

KINEZIOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE U SPLITU
POSLIJEDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI DOKTORSKI STUDIJ

HRVOJE KARNINČIĆ
FIZIOLOŠKI PROCESI U BORBI KOD MLADIH HRVAČA
DOKTORSKA DISERTACIJA

SPLIT, SVIBANJ 2011.

Hrvoje Karninčić

doktorska disertacija

KINEZIOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE U SPLITU
POSLIJEDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI DOKTORSKI STUDIJ

HRVOJE KARNINČIĆ
FIZIOLOŠKI PROCESI U BORBI KOD MLADIH HRVAČA
DOKTORSKA DISERTACIJA

MENTOR:

PROF. DR. SC. SAŠA KRSTULOVIĆ

SPLIT, SVIBANJ 2011.

FIZIOLOŠKI PROCESI U BORBI KOD MLADIH HRVAČA**Sažetak**

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi dinamiku glukoze i dinamiku laktata u hrvačkoj borbi kod mladih hrvača. Uzorak ispitanika sastavljen je od 60 mladih hrvača, te podijeljen u dvije uzrasne kategorije: kadeti (n 30) i juniori (n 30). Svaka uzrasna kategorija podijeljena je na subuzorke prema kvaliteti: hrvači višeg razreda kvalitete (n 15) i hrvači nižeg razreda kvalitete (n 15) i prema težinskim kategorijama: hrvači viših težinskih kategorija (n 15) i hrvači nižih težinskih kategorija (n 15).

Svi hrvači hrvali jednu borbu po međunarodnim hrvačkim pravilima (FILA). Svim hrvačima su u pet mjerenja tijekom borbe (prije borbe, iza svake runde i nakon 5 min. oporavka) uzorkovani i zabilježeni fiziološki parametri: razina laktata u krvi, razina glukoze u krvi i srčana frekvencija kao orijentir intenziteta borbe.

Sve varijable su podvrgnute standardnim deskriptivnim postupcima za određivanje osnovnih statističkih parametara i testirane testom za procjenu normaliteta distribucije. Da bi se utvrdila povezanost između laktata i glukoze, posebno za uzrast kadeta i posebno za uzrast juniora, izračunata je linerarna korelacijska analiza. Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine laktata i razina glukoze u krvi između hrvača nižeg i višeg razreda kvalitete, te između hrvača pripadnika nižih i viših težinskih kategorija, posebno za uzrast kadeta i posebno za uzrast juniora, korištena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test). Iste zaključke izveli smo kod oba uzrasta:

- Rezultati istraživanja su potvrdili da su razina glukoze i razina laktata u krvi statistički značajno povezane nakon borbe (kadeti $r=0,47$ i juniori $r=0,47$) i u oporavku (kadeti $r=0,41$ i juniori $r=0,52$).
- Tjelesna masa ne utječe na dinamiku laktata i glukoze
- Rezultati su potvrdili da postoje statistički značajne razlike i u dinamici laktata i u dinamici glukoze između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete.

Hrvanje uzrokuje izraziti metabolički stres za organizam a stabilizacija metabolita se očito događa tek pred kraj treće runde kada metaboliti dolaze u korelaciju. Dinamika laktata i dinamika glukoze mogu biti mjerni instrument za provjeru anaerobnih kapaciteta hrvača. Mogućnosti dijagnosticiranja analizom dinamike glukoze u hrvanju su velike i naredna istraživanja trebaju ići u tom smjeru.

YOUNG WRESTLERS FIGHT PHYSIOLOGICAL PROCESSES

Abstract

The aim of this study was to determine young wrestlers fight glucose and lactate kinetics. The study was conducted of 60 wrestlers (cadets n 30 and juniors n 30). Each age category were divided in two quality groups and in two weight categories.

Lactate and glucose sample were collected at five intervals during the fights that where held according to the international wrestling rules (FILA). Heart rate were registered to estimate the intensity of match. Competitors were taken blood samples before the fight, after the each bout and after the 5 minutes recovery.

Data were reported using descriptive statistics. The normality of distribution was assessed with Kolmogorov-Smirnov test. The correlation coefficients were calculated to estimate relationship between Lactate and glucose dynamic. An ANOVA for repeated measures was used for analysing differences between groups and measuring times. Fisher LSD test was used for post-hoc analysis.

The conclusions for cadets and juniors are:

- There is significant correlation between the amount of lactate and glucose after the third bout (cadets $r=0,47$ i juniors $r=0,47$) and after the 5 min. recovery (cadets $r=0,41$ i juniors $r=0,52$).
- Body weight does not affect the lactate and glucose dynamics.
- There are significant differences of lactate and glucose dynamics between the quality groups.

Wrestling imposes unique metabolic stresses to the body. At the end of the third bout metabolic stabilization leads to the correlation between lactates and glucose. Lactates and glucose dynamics can be used for anaerobic capacity diagnostics in wrestling. There are possibilities of diagnosing by glucose dynamics analysis in wrestling, so the future researches should be leading in that direction.

SADRŽAJ

1.	UVOD	9
1.1.	Općenito o hrvanju	11
1.1.1.	Povjesni aspekt	11
1.1.2.	Strukturalna analiza hrvackog sporta	11
1.1.3.	Tehničko-taktički aspekt	12
1.1.4.	Fiziološki aspekt	12
1.1.5.	Antropološki aspekt	12
1.1.6.	Faktori uspješnosti u hrvackom sportu	13
1.2.	Općenito o laktatima	14
1.3.	Općenito o glukozu	17
2.	DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	18

2.1.	Dosadašnja istraživanja laktata u hrvanju i srodnim sportovima..	18
2.1.1.	Dosadašnja istraživanja laktata u hrvanju	18
2.1.2.	Dosadašnja istraživanja laktata u judu	25
2.2.	Dosadašnja istraživanja laktata u ostalim borilačkim sportovima	27
2.3.	Dosadašnja istraživanja glukoze u sportu	30
3.	PROBLEM ISTRAŽIVANJA	35
4.	CILJ ISTRAŽIVANJA	36
5.	HIPOTEZE	37
6.	METODE RADA	38
6.1.	Uzorak ispitanika	38
6.2.	Uzorak varijabli	39
6.3.	Opis eksperimentalnog postupka.	39

6.4.	Metode obrade podataka	40
7.	REZULTATI PROVEDENOG PILOT ISTRAŽIVANJA	41
8.	REZULTATI	44
8.1.	DESKRIPTIVNI STATISTIČKI PARAMETRI ZA KADETSKI UZRAST	44
8.1.1.	Deskriptivni statistički parametri za kadetski uzrast s obzirom na težinske kategorije	46
8.1.2..	Deskriptivni statistički parametri za kadetski uzrast s obzirom na razred kvalitete	48
8.2.	DESKRIPTIVNI STATISTIČKI PARAMETRI ZA JUNIORSKI UZRAST	51
8.2.1.	Deskriptivni statistički parametri za juniorski uzrast s obzirom na težinske kategorije	53
8.2.2.	Deskriptivni statistički parametri za juniorski uzrast s obzirom na razred kvalitete	55
8.3.	POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI ZA KADETSKI UZRAST	57
8.4.	POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI U JUNIORSKOM UZRASTU	61
8.5.	RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE I DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U KADETSKOM UZRASTU	65

8.5.1.	Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu	65
8.5.2.	Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu	68
8.6.	RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE I DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U KADETSKOM UZRASTU	72
8.6.1.	Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu	72
8.6.2.	Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu	75
8.7.	RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U JUNIORSKOM UZRASTU	78
8.7.1.	Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu	78
8.7.2.	Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu	81
8.8.	RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE I DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U JUNIORSKOM UZRASTU	85
8.8.1.	Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu	85
8.8.2.	Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu	88
9.	RASPRAVA	92

9.1.	POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I GLUKOZE	94
9.1.1.	Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u hrvačkoj borbi za kadetski uzrast	94
9.1.2.	Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u hrvačkoj borbi u juniorskom uzrastu	97
9.2.	RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE ZA KADETSKI UZRAST	100
9.2.1.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu	100
9.2.2.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu	102
9.2.3.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu	104
9.2.4.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu	107
9.3.	RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE ZA JUNIORSKI UZRAST	109
9.3.1.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu	109
9.3.2.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu	112
9.3.3.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu	114

9.3.4.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu	116
9.4.	DODATAK: RASPRAVA O USPOREDBI REZULTATA KADETSKOG I JUNIORSKOG UZRASTA	118
9.4.1.	Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu	118
9.4.2.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike laktata u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na težinske kategorije	120
9.4.3.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na težinske kategorije	122
9.4.4.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike laktata u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na razred kvalitete	124
9.4.5.	Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na razred kvalitete	126
10.	ZAKLJUČAK	128
11.	LITERATURA	141

1. UVOD

Hrvanje je danas olimpijski sport koji na olimpijskim igrama ima zastupljena tri stila: hrvanje grčko-rimskim stilom (GR), hrvanje slobodnim stilom (FS) i hrvanje za žene koje se odvija slobodnim stilom (FW). Svjetska hrvačka federacija FILA ima 168 zemalja članica sa svih kontinenata svijeta. Osim olimpijskih stilova, FILA organizira natjecanja i u nekoliko neolimpijskih stilova hrvanja: sambo, grepling i hrvanje na pijesku. Ništa manje važni su i narodni oblici hrvanja kojih ima na stotine u svim krajevima svijeta. Današnja rasprostranjenost hrvanja, povijesno gledano, nije ništa novo, jer je hrvanje bilo izuzetno cijenjeno već u civilizacijama starog vijeka Mezopotamiji, Egiptu, Nubiji...(Caroll, 1988.). Izuzetno je bilo popularno i u doba Antike (Marić i sur. 2007), kada je bilo krunska disciplina olimpijskog pentatlona. Znanstvenici onog doba, kao primjerice Pitagora, Hipokrat, Heraklit, ali i mnogi drugi, bavili su se hrvanjem i znanstveno djelovali kako bi unaprijedili ovaj sport, a Flavije Filostrat Atenski (175-249. p.n.e.) napisao je i djelo o trenerskoj nauci tog sporta (Marić i sur. 2007). Kao da nisu prošle tisuće godina i danas se znanstvenici bave sportom, bilo da sport intrigira njihovu profesionalnu znatiželju ili da koristi usluge znanosti za probijanje barijera i otkrivanje novih načina za poboljšanje sportske izvedbe.

Brojni su znanstvenici istraživali fiziološke promjene u hrvačkim sportovima. Hrvanje je interesantno sa ovog aspekta jer maksimalna i submaksimalna opterećenja kakva vladaju u hrvanju, uzrokuju brojne stresne „patofiziološke“ reakcije organizma (Uter i suradnici 2002. i Webster i suradnici 1990.). Tijekom borbe hrvači u prosjeku izvedu 16 akcija u trajanju od 3,1 sekunde. Razdoblja između dviju akcija traju u prosjeku 23,6 sekundi. Ta razdoblja odnose se na guranja, potlačenja i dizanja protivnika uglavnom na pripremu slijedeće akcije (Cipriano i suradnici 1993.) Ovo istraživanje ide u prilog tezi da se u hrvanju smjenjuju maksimalna i submaksimalna naprezanja što je nedvojbeno razlog zbog kojeg je anaerobni laktatni izvor energije dominantan izvor energije te možemo zaključiti da metabolizam glukoze ima ključnu ulogu u ovakvim sportovima. Činjenica da su nakon samo dvije minute hrvačke borbe izmjerene laktatne vrijednosti 8,60 mmol/L za hrvače reprezentativce Hrvatske, odnosno 11,63 mmol/L za hrvače klupske razine (Karninčić i suradnici 2009.), govori nam da glikolitički anaerobni izvori energije dominiraju od samih početaka borbe.

Dugotrajni trenažni procesi utječu na anaerobnu snagu i izdržljivost, kao i na resintezu laktata u organizmu. Zbog toga postoje razlike u tim parametrima među uzrasnim kategorijama (Hübner-Woźniak i suradnici 2006.). Druge studije pokazuju da je pad aerobnih sposobnosti uvjetovan starenjem kod nesportaša (Thompson i suradnici 1994) i kod sportaša (Coggan i suradnici 1993.), ali ne i pad anaerobnih sposobnosti (Thompson i suradnici 1994). Ova istraživanja daju odgovor na pitanje zašto je u hrvanju prosječna dob sportaša koji osvajaju zlatnu Olimpijsku medalju vrlo visoka; 27,15 u grčko rimskom i 26,42 u slobodnom načinu hrvanja (Curby i suradnici 2004.).

Elitni sportaši su vrlo važni uzorci za fiziološka istraživanja. Oni pružaju jedinstven uvid u nevjerojatne adaptacije ljudskog organizma na određene trenažne podražaje. Takva istraživanja najbolje ilustriraju sposobnost fiziološke prilagodbe (Padilla i suradnici 2000.). Zbog jedinstvenih karakteristika vrhunskih sportaša, u ovim istraživanjima uzorak ispitanika je uglavnom nizak (Schumacher i suradnici 2005.).

Anaerobni laktatni energetske sustav, kao dominantni energetske izvor u hrvačkim sportovima, nedovoljno je istražen. Odnos glukoze i laktata, razlike u dinamici laktata i glukoze kod različitih uzrasnih, težinskih kategorija i različitih razreda kvalitete u borbi, pitanja su na koja ćemo tražiti odgovor u ovome radu.

1.1. Općenito o hrvanju

1.1.1. Povijesni aspekt

Bogata povijesna dokumentacija i više tisuća godina stara tradicija predstavlja hrvanje kao sport koji postoji gotovo koliko i samo čovječanstvo. Ono nema svog izumitelja kao mnogi moderni sportovi. Početni oblici hrvanja vezani su uz životne i vojne potrebe. Narodi koji su ratovali na konjima upotrebljavali su hvatove za odjeću, kao što je u mongolskom hrvanju Boh, tatarskom Kurjašu, kazanskom Sajsu, kirgiskom Oadrišu, dok su neki narodi u većoj mjeri koristili brzinu i tehniku (Japanci, Kinezi, Korejanci, Turci), drugi su preferirali snagu u borbi s obuhvatom (Slaveni, Kelti, Gruzijci, Skandinavci, Gali, Germani). Povijesni podaci o hrvanju kao sredstvu tjelesnog odgoja datiraju još od prije 5000 godina. Kameni nož i korice od noža sa uklesanim motivima hrvača su najvredniji i najstariji tragovi o hrvanju (3100 god. p.n.e.). Nož je pronađen u grobnici Djabal el - Arak, a čuva se u muzeju Louvre, u Parizu. Najviše se cijnilo hrvanje u antičkoj Grčkoj gdje su ga smatrali znanošću i umjetnošću, a njime su se bavili i mnogi poznati ljudi toga vremena (Pitagora, Heraklit, Hipokrat). Krajem XIX stoljeća naglo se počelo razvijati profesionalno hrvanje koje je zahtijevalo specijalni režim, teške svakodnevne treninge i druge uvjete nedostupne hrvačima narodnih načina hrvanja i amaterima. U program prvih modernih olimpijskih igara 1896. godine u Ateni, u glavni dio programa uvršteno je i hrvanje grčko-rimskim načinom. Današnji oblik grčko-rimskog načina nastao je negdje u XIV stoljeću u francuskoj oblasti Rhone i Garonne. Prvo svjetsko prvenstvo organizirao je pariški "Journal des sports" 1898. godine u Parizu uz sudjelovanje 30 hrvača.

1.1.2. Strukturalna analiza hrvačkog sporta

Hrvanje po svojoj strukturi spada u skupinu polistrukturalnih, acikličkih, borilačkih sportova. Prema jakosti izvršenog rada u jednoj natjecateljskoj borbi hrvanje spada u sportove u kojima se rad izvodi u zoni submaksimalnog opterećenja. Hrvanje se danas dijeli na olimpijske i neolimpijske načine hrvanja. Olimpijski su: grčko-rimski, slobodni

način i hrvanje za žene koje se odvija slobodnim načinom. Neolimpijski su grepling, hrvanje na pijesku, sambo i narodni oblici hrvanja. Narodnih oblika hrvanja ima na stotine jer se u svakoj zemlji razvilo nekoliko narodnih načina hrvanja koji se uglavnom njeguju na svetkovinama ili na narodnim olimpijadama.

1.1.3. Tehničko taktički aspekt

U hrvanju slobodnim načinom danas je registrirano oko 400 elemenata tehnike i kombinacija u stojećem i parternom položaju. Svaka tehnika iz slobodnog načina borenja ima po nekoliko načina taktičkih priprema koje bi trebale omogućiti njihovo efikasno izvođenje u borbenim uvjetima (Marić i suradnici 1985). Klasifikacija tehnike u slobodnom načinu hrvanja puno je složenija i bogatija od tehnike grčko-rimskog načina hrvanja zbog mogućnosti hvatova rukama i nogama za različite dijelove tijela. Petrov je 1977. godine zahvate slobodnog načina hrvanja klasificirao, sistematizirao i terminološki oblikovao po principima sovjetske škole sa uključenim specifičnostima bugarske škole hrvanja. Novi trendovi u hrvanju loše utječu na bogatu tehniku i taktiku hrvanja. Najučestalije tehnike na natjecanjima su one koje nose najmanje rizika (Tünneman i suradnici 1995), a to nisu najatraktivnije tehnike. Tehnika i taktika hrvanja prilagođuje se stalnim promjenama hrvačkih pravila u svrhu što veće bodovne efikasnosti.

1.1.4. Fiziološki aspekti

Napori koji se javljaju u hrvanju uzrokuju veliki stres za organizam (Uter i suradnici 2002, Webster i suradnici 1990). Hrvački mečevi koji u prosjeku traju 6 do 8 minuta podižu nivo laktata u krvi do 15 mml/L, a zabilježeni su slučajevi i do 20 mml/L (Kreamer i suradnici 1982 i 2002, Marić i suradnici 1985.). Ove vrijednosti možemo usporediti s vrijednostima maksimalnog treadmill testa kojim izmjerene vrijednosti dosežu 10 mml/L. Organizam hrvača je doveden u situaciju da buferira velike količine laktata u krvi. Sposobnost tijela da podnese ovakav acido-bazni poremećaj međustaničnih bikarbonata i fosfata te funkcioniranje buferskog sustava, svojevrsan je trenažni fenomen (Kreamer i suradnici 2004.). Maksimalna potrošnja kisika se u hrvačkim sportovima kod boraca različitih

težinskih kategorija kreće od 48 do 80 ml/kg/min ali ima ograničenu ulogu u dijagnostici vrhunskog hrvanja jer nema statistički značajnih razlika u VO₂max između dobrih i vrhunskih hrvača (Horswil 1989).

1.1.5. Antropološki aspekti

Vrhunske hrvače (olimpijski razred) odlikuju vrlo visoke mezomorfne karakteristike dok su endomorfne i ektomorfne karakteristike niske. Hrvači klasičnog i slobodnog načina imaju prosječni somatotip od 2,3 endomorfija, 6,4 mezomorfija i 1,6 ektomorfija (De Garey i suradnici 1974.). Kako se težinske kategorije povećavaju, endomorfne i mezomorfne karakteristike su u porastu, a ektomorfne u opadanju, i nema razlike u somatotipiji između hrvača slobodnim i hrvača grčko-rimskim stilom (De Garey i suradnici 1974.). Hrvači su raspoređeni u težinske kategorije što dovodi do nastojanja da reduciraju postotak masti i tjelesnu masu kako bi se hrvali u nižoj težinskoj kategoriji, a da pritom ne izgube na snazi (Yoon, 2002.) Iako postotak masnog tkiva ne utječe na uspjeh u borbi (Horswil, 1992. i Yoon, 2002.) vrhunski hrvači u samo tjedan dana prije natjecanja izgube od 4,63 do 6,75% svoje tjelesne težine te pokazuju nevjerojatnu sposobnost adaptiranja i regeneracije u periodu od 12 sati, od vaganja do prvog meča (Kraemer i suradnici 2001).

1.1.6. Faktori uspješnosti u hrvačkom sportu

Između više faktora u finalnom uspjehu, značajno mjesto pripada sljedećim motoričkim sposobnostima: maksimalna snaga, eksplozivna snaga, snažna izdržljivost, brzinska izdržljivost, te funkcionalne sposobnosti - aerobna i anaerobna izdržljivost (Yoon, 2002). Isto tako, visoko mjesto u hijerarhijskoj strukturi uspješnosti u hrvanju zauzima situacijska motorika hrvača kao jedan od presudnih činitelja bodovne efikasnosti.

1.2. Općenito o laktatima

Laktatnu kiselinu otkrio je švedski kemičar Carl Wilhelm Shele 1789. godine (Robergs i sur. 2004). Shele je laktatnu kiselinu izolirao iz kiselog mlijeka, te ona zbog toga još ima naziv i mliječna kiselina. Baron Jons Jakob Berzelius (1779.-1848.), švedski kemičar, liječnik i pronalazač godine 1807./1808., povezuje akumulaciju laktata i tjelesno vježbanje (Gladden, 2009.). Tijekom svih ovih godina znanost je odgovorila na pitanje intermuskularne laktatne oksidacije ali odnos laktatne dehidrogenoze i mitohondrija kao i intercelularni transport laktata ostaju pitanja koja potiču brojne rasprave. Tijekom napornog vježbanja u krvotoku se nakupljaju laktati. To se događa zbog toga što se njihova produkcija odvija brže nego njihovo uklanjanje (resinteza). Laktate su u sedamdesetim godinama prošlog stoljeća smatrali štetnom nuspojavom i glavnim uzrokom mišićnog zamora u svim sportovima, ali se pokazalo da je u sportovima izdržljivosti poput maratona, moguće da sportaš na kraju utrke bude iscrpljen, a da mu laktatne vrijednosti ne budu povišene (Wilmore i Costill, 2005). U sportskoj dijagnostici često se promatraju vrijednosti laktata za procjenu sudjelovanja anaerobnih procesa u ukupnoj energetskej potrošnji. Testiranja za sportske svrhe se uglavnom temelje na nakupljanju laktata ili na brzini njihove oksidacije tijekom oporavka. Dugo se smatralo da nakupljanje laktata uzrokuje acidozu i samim tim limitira daljnji rad. Nedavna istraživanja su opovrgla tu teoriju (Robergz i suradnici 2004). Tijekom napornog vježbanja stanice koriste mnogo glukoze (dobivene glikolizom) i glikogena (pohranjenog u mišiću), glukoza se raspada i dobivamo dvije molekule piruvata. Molekule piruvata se nakupljaju u stanici kao i protoni nastali cijepanjem ATP-a. Da bi neutralizirali nakupljanje piruvata i protona u stanici, svaki piruvat veže dva protona na sebe i nastaje laktat. Zapravo je laktat posljedica acidoze a ne njezin uzročnik. Laktat zapravo usporava proces acidoze, odnosno služi kao tampon zona stanice tijekom nakupljanja protona pri vježbanju visokog intenziteta (Kraviz i suradnici 2004). Budući da se porast laktata, ovakvim slijedom, događa kada počinje proces acidoze, laktati mogu poslužiti kao indirektni pokazatelj stanja u stanici. Acidoza je uvjetovana kiselosti (ph), dakle porastom vodika u stanici. Svaki put kada se cijepa ATP na ADP i jednu molekulu anorganskog fosfata, otpušta se jedna molekula vodika koji se još zove proton. Nakupljanje molekula vodika u stanici uzrokuje acidozu. Acidoza je kvantificirni pad ph stanice ispod 7,0. Laktati se kasnije metaboliziraju u jetri (Corij-ciklus) te od njih ponovno dobivamo glukozu i novi izvor energije u anaerobnom radu. Laktati bez obzira na to što nisu uzročnik acidoze, ostaju indirektan pokazatelj energetske

potrošnje u anaerobnim uvjetima. Laktati su indikator trenažnog opterećenja, oni koreliraju sa dužinom izvedbe i mogu biti indikator optimalnog trenažnog podražaja (Bourdon 2000). Bingsbo i sur. (1995.) dokazali su da razina laktata u muskulaturi podlaktice ovisi o protoku krvi i razini protona H^+ jer kiselost mišića, s vremenom, može dovesti do smanjenja transporta laktata na mišićnim sarkolemama. Bangsbo i sur. (1990.) dokazali su da se određena količina laktata iz muskulature, koja se kontrahirala, otpušta u krvotok, dok se iz krvotoka ekstrahira u neaktivnu muskulaturu. Vrijednosti laktata u mirovanju kreću se od 0,50 do 2,20 mmol/L (Gollnick i suradnici 1986.). Jorfeldt i suradnici (1970.) utvrdili su da razina laktata u muskulaturi podlaktice ovisi o protoku krvi (prokrvljenosti). Ahlborg i suradnici (1975.) dokazali su da razina laktata u neaktivnoj muskulaturi ovisi o razini laktata u arterijskom krvotoku. Juel je (1988.) utvrdio da ekstrakcija laktata u neaktivnu muskulaturu može biti povezana s koncentracijom protona H^+ jer u transportu laktata preko sarkoleme dominiraju spojevi laktat- H^+ . Gharbi i suradnici (2008.) proveli su istraživanje sa ciljem utvrđivanja utjecaja intervalnog, odnosno kontinuiranog treninga na dinamiku laktata. Intervalni trening se pokazao boljim treningom za izmjenu laktata i uklanjanje laktata, ali u postizanju maksimalnih vrijednosti laktata, te u brzini postizanja maksimalnih vrijednosti laktata, oba su treninga podjednako uspješna. Freund i suradnici (1992.) su dokazali da trening izdržljivosti poboljšava sposobnosti organizma za uklanjanje laktata. Evertsen i suradnici (2001.) i Gorostiaga i suradnici (1991.) zaključuju da je intervalni trening najučinkovitiji način za povećanje aerobnog kapaciteta i povećanje laktatnog praga Edge i suradnici (2005.) i Pole i suradnici (1985.) na osnovi svojih istraživanja tvrde da intervalni i kontinuirani trening imaju jednaki utjecaj na laktatni prag. Različiti znanstvenici bavili su se pitanjem utjecaja treninga izdržljivosti na metabolizam laktata. Tako je Messonnier i suradnici (2006.) su dokazali da trening izdržljivosti povećava sposobnost organizma da se očisti od laktata, Edge i suradnici (2005., 2006.), Evertsen i suradnici (2001.) i Pole i suradnici (1985.) dokazuju da podiže laktatni prag, a Billat i suradnici (2004.) i Evertsen i suradnici (2001.) dokazuju da se takvim treningom može povećati brzina pri laktatnom stabilnom stanju kao i pri postizanju laktatnog praga. Stenley i suradnici (1986.) su dokazali da skeletni mišić pri vježbi proizvodi velike količine laktata ali taj isti skeletni mišić igra glavnu ulogu u razgradnji tih laktata. Laktati u krvi svoj maksimum dosegnu 5 minuta nakon vježbe (Gollnick i suradnici 1986). Mazzeo i Marthall (1989) i Weltman i suradnici (1994) su otkrili uzročnu vezu između laktata i adrenalina kod vježbanja. Feliu i suradnici (1999) dokazali su da laktati uzorkovani kapilarno iz prsta, pokazuju više vrijednosti nego laktati uzorkovani iz ušne resice. Laktati

se mogu uzorkovati na više načina: iz krvi ili iz plazme, venski ili kapilarno, a kapilarno ih se najčešće vadi iz jagodice prsta na ruci, iz ušne resice ili iz nožnog palca. Forsyth i Farrally (2000.) su za potrebe veslanja usporedili razinu laktata uzorkovanu iz prsta ušne resice i nožnog palca. Izmjerali su nešto su višu razinu laktata iz prsta nego iz ušne resice, a najnižu iz nožnog palca ali kako te razlike nisu statistički značajne, zaključili su da je kod veslanja najbolje uzorkovati laktate iz nožnog palca iz praktičnih razloga. El Sayed i suradnici (1993.) ustanovili su da postoje razlike u visini laktata uzorkovanih kapilarno iz prsta i iz venske krvi nakon vježbanja na pokretnoj traci. Uređaji kojima se mjeri razina laktata u krvi se dijele na bolničke ili terenske (pokretne) uređaje. Razvoj pokretnih uređaja vrlo je bitan za sportska istraživanja, jer omogućuje mjerenje laktata u sportskim dvoranama i na sportskim terenima. Pyne i suradnici (1999) su ispitali metrijske karakteristike Lactate Pro analyzer-a i utvrdili da je on pouzdan za teransko mjerenje laktata. Jedan od najčešće korištenih uređaja je Accutrend Lactate koji će se koristiti u ovom istraživanju. Baldari i suradnici (2009) uspoređuju točnost i pouzdanost pokretnih uređaja za mjerenje razine laktata iz krvnih uzoraka. Accutrend Lactate, Lactate Pro i EBIO® plus analyzer su obuhvaćeni analizom te na osnovi istraživanja autor preporučuje Accutrend Lactate i Lactate Pro za istraživanja u sportu.

1.3. Općenito o glukozu

Glukoza je najznačajniji izvor energije i pokretač svih aktivnosti u našem tijelu. U prirodi nalazimo više vrsta različitih šećera, a u našem tijelu od izuzetne važnosti je glukoza. Zbog toga moramo u tijelu imati na raspolaganju dovoljne količine glukoze koja unutar stanice služi kao osnovni izvor energije. Glukoza ulazi u krv iz probavnih organa razgradnjom hrane ili iz jetre koja pretvara razne osnovne sastojke hrane (šećere, masti, bjelancevine) jedne u druge, ovisno o potrebama tijela. Dok je pregradnja tvari u tijelu stabilna, glukoza krvlju putuje do svih stanica našeg tijela. Po dolasku do većine stanica, glukoza uz pomoć inzulina mora svladati otpor površine stanice i ući u nju. Tamo glukozu prihvataju enzimi koji za potrebe stvaranja energije cijepaju dio po dio molekule glukoze. Na taj način stvorena energija daje stanici snagu za njeno djelovanje (npr. mišićnoj stanici za pokretanje ili crijevnoj stanici za probavu hrane). Stalna razina glukoze u krvi neophodna je za normalno funkcioniranje organizma, mozak i eritrociti koriste glukozu kao gotovo jedini izvor energije. Organizam u prosjeku troši dnevno oko 160 g. glukoze. Zalihe glikogena su relativno male (180 - 200 g.) U trenucima kada glukozu ne dobivamo prehranom, moramo je sintetizirati iz drugih spojeva metaboličkim putem koji nazivamo glukoneogeneza - koja se većinom odvija u jetri, a u manjoj mjeri u bubregu. Glukoza se u obliku glikogena pohranjuje u tijelu i čini oko 2% mase mišića i 10% mase jetre. Glikogen se po potrebi organizma glikogen fosforilazom pretvara natrag u glukozu 1 fosfat, zatim fosfoglukomutazom u glukozu 6 fosfat. Glukoza 6 fosfat može se dalje metabolizirati u tri smjera: u ribozu + NADPH, preko jetre u glukozu koja se vraća u krvotok ili u piruvat od kojega dobivamo laktate i $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Laktat koji nastaje u mišićima tijekom intenzivne aktivnosti prenosi se krvotokom u jetru gdje se glukoneogenezom pretvara u glukozu (Corijev ciklus). Skeletni mišići u naporu mogu u samo nekoliko minuta promijeniti razinu glukoze uzrokujući preraspodjelu dostupne glukoze na način da se protok glukoze u cijelom tijelu ne poremeti.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

2.1. Dosadašnja istraživanja laktata u hrvanju i srodnim sportovima

2.1.1. Dosadašnja istraživanja laktata u hrvanju

Yoon (2002.) u svom preglednom članku donosi fiziološki profil vrhunskih hrvača. Njegovo istraživanje pokazalo je da postoji razlika između vrhunskih i nevrhunskih hrvača u anaerobnim izvedbama. Najveće razlike između internacionalnih i nacionalnih hrvača u Koreji uočene su u maksimalnom primitku kisika. Uoči olimpijade u Seulu kod internacionalnog razreda Korejskih hrvača, autor je izmjerio visoku prosječnu vrijednost od 60 ml/kg/min a pojedinci su dosegli i 70 ml/kg/min. Korejanci su u svojim istraživanjima koristili Wingate test, dok autor napominje da se anaerobne karakteristike kod hrvača najčešće testiraju sljedećim testovima: Wingate anaerobic test, Margarija stair climb test i Wingate bicycle ergometer test. Korejska istraživanja anaerobne snage i izdržljivosti pokazala su da između internacionalnih i nacionalnih hrvača seniorskog uzrasta u Koreji nema statistički značajnih razlika u rezultatima Wingate testa. Statistički značajne razlike pronađene su kod hrvača mlađeg uzrasta. Autor tu pojavu pripisuje neuro-mišićnom razvoju. Iako njegova istraživanja upućuju da ne postoje anaerobne razlike između vrhunskih hrvača i onih dobrih, autor iznosi podatke koji upućuju na posve drugačiji zaključak. Naime, razine izmjerenih laktata u krvi kod Korejskih hrvača nakon borbe iznose između 10 i 13 mmol/L, kod Kanadskih hrvača vrijednosti se kreću između 10 i 15 mmol/L, dok kod vrhunskih Ruskih hrvača koji dominiraju u ovom sportu, iste iznose 20 mmol/L (Sharratt i suradnici 1986.).

Nilsson i suradnici (2002.) istraživali su koncentraciju laktata u krvi kod grčko-rimskih hrvača na Svjetskom prvenstvu 1998. Oni su pratili 42 hrvača iz 9 zemalja tijekom 94 borbe i u fazi oporavka. Prosjek trajanja borbe bio je 427 sec, a odnos rada i oporavka 317 sec i 110 sec. Prosječna vrijednost koncentracije laktata u krvi iznosila je 14,8 mmol/L (6,9 mmol/L - 20,6 mmol/L). Statistički značajne razlike pronađene su između mečeva koji su kraće trajali i onih koji su duže trajali.

Utter i sur. (2002.) istraživali su fiziološki profil vrhunskog hrvača slobodnim stilom koji se pripremao za natjecanje. U svom istraživanju autori su analizirali tjelesnu konstituciju, potrošnju energije, maksimalnu potrošnju kisika, izometrijsku snagu, anaerobnu snagu, kapacitet, prehranu, te krvne testove. Koncentraciju laktata mjerili su u opterećenju, prilikom vožnje bicikla i to u tri navrata tijekom sedam mjeseci; na početku sezone, sredinom sezone i pred samo natjecanje. Prema rezultatima njihovog istraživanja najviše vrijednosti laktata kod analiziranih hrvača zabilježene su na početku sezone, a najmanje sredinom sezone.

Lutoslawska i suradnici (1998.) proveli su istraživanje na dvadeset vrhunskih poljskih hrvača podijeljenih u dvije grupe. Među ispitanicima su bili zastupljeni hrvači obiju načina hrvanja, slobodnim i grčko-rimskim načinom. Testiranje Wingate testom izvršeno je tri puta u sezoni i to: nakon pauze, tijekom priprema i u natjecateljskog periodu. Autori su pokušali ustanoviti povezanosti između anaerobnog kapaciteta i laktata u krvi vrhunskih hrvača. Najviši rezultati laktata zabilježili su preko 13mmol/L, čime su ustanovili da bi kod vrhunskih hrvača ovakva testiranja trebalo raditi u natjecateljskom periodu jer samo prilikom trećeg mjerenja statistički značajne razlike između koncentracije laktata u krvi i anaerobnog radnog kapaciteta dolaze do izražaja.

Marić i suradnici su od 1981. do 1985., sprovedi različita istraživanja laktata u krvi kod hrvača klasičnim načinom. Promatrali su laktate u oporavku, tj. nakon 3, 5 i 7 minute. Korištena su 4 različita testa: test na bicikl-ergometru, bacanje lutke, bacanja protivnika i hrvanje 2x3 minute. Uzorak ispitanika sastojao se od hrvatskih juniorskih i seniorskih reprezentativaca. Samo su 1982. kod juniora mjerili laktate prije borbe u mirovanju. Mjerenjem su dobili prosječnu vrijednost od 0,87 mmol/L., dok su 1983./84. u borbi kod seniora izmjerili laktate nakon prve runde poslije odmora od 1 minute (Tablica 4). Dobili su prosječnu vrijednost od 14,14 mmol/L (Tablice 1-5).

Tablica 1 Marić (1985.) mjerenje laktata u oporavku na hrvačima

3 min.	5 min.	7 min.
11,94 mmol/L	14,24 mmol/L	14,61 mmol/L
<i>Test - bicikl ergometar (3 min), seniori (n 5)</i>		

Tablica 2 Marić (1985.) mjerenje laktata u oporavku na hrvačima

3 min.	5 min.	7 min.
13,79 mmol/L	13,95 mmol/L	13,46 mmol/L
<i>Test - bacanje lutke (3 min), seniori (n 5)</i>		

Tablica 3 Marić (1985.) mjerenje laktata u oporavku na hrvačima

3 min.	5 min.	7 min.
11,51 mmol/L	11,57 mmol/L	11,19 mmol/L
<i>Test - bacanje lutke (3 min), juniori (n 14)</i>		

Tablica 4 Marić (1985.) mjerenje laktata u oporavku na hrvačima

1 min.	5 min.	7 min.
14,14 mmol/L	18,02 mmol/L	17,45 mmol/L
<i>Test - borba (6 min), seniori (n 6)</i>		

Tablica 5 Marić (1985.) mjerenje laktata u mirovanju i oporavku na hrvačima

u mirovanju	3 min.	5 min.	7 min.
0,87 mmol/L	12,03 mmol/L	12,37 mmol/L	12,13 mmol/L
<i>Test bicikl-ergometar (3 min), juniori (n 13)</i>			

Trebezijan i suradnici (1996.) su grupu od 328 mladih hrvača podijelili u tri starosne grupe: G1 (15 godina), G2 (16 godina) i G3 (17 godina). Razlike u fiziološkom profilima mladih hrvača ustanovljene su analizom varijance korištene u post hoc analizi Tukey testa. Razlike u težini ispitanika ($G1 < G2, G3$), u količini nemasnog tkiva ($G1 < G2, G3$), u snazi stiska ($G1 < G2, G3$), u apsolutnoj snazi ($G1 < G2, G3$; $G2 < G3$), u relativnoj izdržljivosti ($G1 < G3$; $G2 < G3$), u repetitivnoj snazi - sklekovi ($G1 < G3$; $G2 < G3$), u repetitivnoj snazi - podizanje trupa ($G1 < G3$), te u anaerobnoj snazi, mjerene su Margaria-Kalamen testom, dok su razlike u anaerobnoj snazi ($G1 < G2, G3$) mjerene Wingate testom za ruke i noge ($G1 < G2, G3$). Zaključci ovog rada su vrlo logični – djeca starije dobi su teža a imaju manje masnog tkiva od djece mlađe dobi, čime pokazuju bolje rezultate u snazi i anaerobnoj izdržljivosti.

Timpmann i suradnici (2008.) istraživali su utjecaj gubitka kilograma na sportsku izvedbu i metaboličke promjene kod sportaša u borilačkim sportovima. Uzorak ispitanika sačinjavala je grupa od 12 hrvača i 5 karataša. Sportaši su u tri dana treningom i saunom izgubili 5 kg, a baterija testova i uzimanje krvnih uzoraka sprovedeni su prije skidanja kilograma i neposredno nakon. Posljedica skidanja 5 kg u tri dana je opadanje snage, dok je brzina nepromijenjena, povišena urea, te nepromijenjena koncentracija laktata i glukoze u krvi.

Callan i sur. (2000) izradili su fiziološki profil 8 hrvača slobodnim stilom koji sačinjavaju Američki olimpijski tim. Hrvači su testirani tijekom završnih priprema pred Olimpijadu. Isti je tim na prethodnim svjetskim prvenstvima osvojio 4 zlatne i 5 srebrnih ili brončanih medalja. Za procjenu anaerobne izdržljivosti korišten je Wingate test za gornje ekstremitete (ručni bicikl). Laktati u krvi vađeni su nakon Wingate testa te dvije minute nakon Tredmil testa i bicikl-ergometar testa za procjenu VO_{2max} . Autori su dobili više vrijednosti laktata nakon testa na tredmil traci (15,1 mmol/L) nego nakon testiranja na bicikl-ergometru (10,6 mmol/L).

Houston i suradnici (1983). istraživali su utjecaj hrvačke borbe na glikogen pohranjen u mišiću (vastus lateralis). Laktati su nakon borbe porasli na 10,5 mmol/L a količina glikogena u mišiću dobivena biopsijom je bila umanjena za $10,0 \pm 4,4$ mmol u odnosu na mjerenje prije borbe.

Cinar i Tamer (1994.) proveli su istraživanje sa ciljem utvrđivanja utjecaja izmjene pravila o duljini runde na fiziološke promjene u slobodnom hrvanju. Broj rundi i duljina trajanja rundi se često mijenja što zahtijeva prilagođavanje trenažnog programa. Autori su, uspoređujući rezultate u visini izmjerenih laktata nakon hrvanja dvije runde sa 1 minutom pauze i hrvanja 5 minuta bez pauze (kako zahtijevaju nova pravila), zaključili da su laktati

statistički značajno viši nakon hrvanja u trajanju od 5 minuta nego nakon hrvanja u trajanju od 6 minuta sa pauzom od 1 minute. Također, zaključili su da visina izmjerenih laktata nije u korelaciji sa plasmanom na natjecanju.

Kraemer i suradnici (2001.) istraživali su utjecaj turnirskog hrvanja na fiziološke promjene i na kvalitetu hrvanja. Fiziološke promjene do tada su promatrane nakon pojedinačne borbe ali natjecanje u hrvanju traje dva dana, i tijekom ta dva dana gdje se hrvač bori i po 4 puta dnevno. Istraživanje je provedeno na dvanaest hrvača koji su pred simulirano natjecanje skidali uobičajeni broj kilograma (6% od ukupne mase) kako bi fiziološki pokazatelji bili bliži realnim uvjetima na natjecanju. Baterija testova i uzimanje krvnih uzoraka ponavljano je nakon svakog meča. Rezultati su pokazali da je nakon svakog meča snaga u opadanju, da brzina reakcije ne opada, razina testosterona opada tijekom natjecanja, dok laktati i glukoza statistički značajno rastu samo nakon meča u odnosu na vrijednosti izmjerene prije istoga.

Hübner-Woźniak i sur. (2006.) istraživali su utjecaj iskustva anaerobne izvedbe muskulature ruku. Istraživanje su proveli na 13 seniora i 19 juniora poljskih reprezentativaca u hrvanju. Hrvači su radili prilagođeni ručni Wingate test, dok su laktati uzorkovani nakon 3, 5, 7, 9, 11, 13 i 30 minuta oporavka. Seniorima je izmjerena veća anaerobna snaga i viša razina laktata (17,4 mmol/L) u odnosu na juniore (14,1 mmol/L). Nadalje, kod seniora je zabilježeno i brže uklanjanje laktata i to stopom od 0,37 mmol/L u minuti, dok isto kod juniora iznosi 0,28 mmol/L u minuti. Možemo zaključiti da iskustvo pozitivno utječe na anaerobne izvedbe, na anaerobnu snagu i izdržljivost, ali i na resintezu laktata u organizmu.

Hübner-Woźniak i suradnici (2004.) istraživali su razlike između anaerobnih izvedbi ruku i nogu kod 10 hrvača i 12 hrvačica (Poljski reprezentativci). Laktati su uzorkovani nakon 30 sekundi okretanja bicikla i 30 sekundi okretanja ručnog bicikla. Zabilježene koncentracije laktata više su kod muškaraca 11,9 mmol/L za ruke i 11,8 mmol/L za noge, dok kod žena iste iznose 10,4 mmol/L i 9,1 mmol/L. Nadalje, kad se u formulu stavila postignuta snaga u Wattima po kilogramu kroz omjer nemasnog tkiva sportaša, došlo se do sličnih rezultata na testu za noge (1,18 muškarci i 1,17 za žene) i za ruke (1,49 muškarci i 1,50 žene).

Hubner-Wozniak i Kosmol (2004) sproveli su istraživanje na 18 hrvačica i 14 hrvača Poljske reprezentacije na internacionalnom turniru Warsaw cup 2003. Laktati su uzorkovani iz ušne resice 5 min nakon borbe. Koncentracija laktata u krvi kod hrvačica iznosila $13 \pm 2,8$ mmol/L a kod hrvača je bila statistički značajno viša $15 \pm 2,3$. Razina laktata

u krvi nije povezana sa uspjehom u borbi kod hrvača ni kod hrvačica. Visoka razina laktata u krvi i kod hrvača i kod hrvačica, dokaz je da je anaerobni metabolizam dominantan izvor energije u hrvanju. Anaerobni trening bi morao biti sastavni dio trenažnog procesa kod žena kao i kod muškaraca.

Lutoslawska i suradnici (1998.) istraživali su odnose između anaerobnog kapaciteta i razine laktata u krvi kod vrhunskih hrvača u tri perioda, tijekom godišnjeg trenažnog ciklusa. Uzorak ispitanika sačinjavale su dvije grupe hrvača: 11 hrvača testiranih 1991.-1992., i 9 hrvača testiranih 1992.-1993. Laktati su uzorkovani minutu nakon Wingate testa. Prvo mjerenje je bilo na kraju prelaznog perioda, drugo na kraju pripremnog perioda, a treće tijekom natjecateljskog perioda. U prvim dvjema mjerenjima, anaerobna izdržljivost nije korelirala s laktatima, dok je u trećem mjerenju, tijekom natjecateljske sezone, utvrđena visoka korelacija anaerobnog kapaciteta i razine laktata u krvi nakon Wingate testa. Autori su zaključili da kod treninga nižeg intenziteta (trčanje, skijaško trčanje, hrvanje niskog intenziteta...) anaerobni kapaciteti i laktati nisu u korelaciji, ali da kod treninga visokog intenziteta postoji visoka korelacija ovih dviju varijabli.

Houston i suradnici (1981.) istraživali su utjecaj gubitka 8% tjelesne mase na koncentraciju glikogena, aerobne i anaerobne izvedbe kod 4 hrvača. Autori su promatrali i mjerili hrvače tijekom četiri dana oporavka od brzog skidanja kilograma. Hrvačima je prilikom skidanja kilograma značajno opala koncentracija glikogena u mišićima i snaga, ali ne i aerobni odnosno anaerobni kapacitet. Zabilježeno je da nakon tri sata rehidracije nema oporavka koncentracije glikogena i snage kod hrvača.

Vardar i suradnici (2008) istraživali su utjecaj sastava tijela na anaerobne izvedbe vrhunskih mladih turskih hrvača (8) i hrvačica (8). Varijable za procjenu sastava tijela bile su: FM količina masnog tkiva, % FM masnog tkiva, i FFM količina nemasnog tkiva. Za procjenu anaerobnih izvedbi korišteni su parametri Wingate testa: maksimalna snaga (W), omjer maksimalne snage i mase (W/kg), prosječna snaga (W), omjer prosječne snage i mase (W/kg), minimalna snaga (W) i omjer minimalne snage i mase (W/kg). S obzirom da sa anaerobnim izvedbama najbolje korelira FFM količina nemasnog tkiva, autori sugeriraju da bi treneri prilikom praćenja mladih hrvača i hrvačica trebali mjeriti FFM.

Lutoslavska i suradnici (1994.) mjerili su laktate i glukozu iz plazme prije i poslije iscrpljujuće vježbe prije pripremnog perioda i nakon pripremnog perioda kod hrvača, plivača i kajakaša. Izmjerene su sljedeće vrijednosti laktata: prije pripremnog perioda u mirovanju $1,3 \pm 0,2$ mmol/L i nakon vježbe $13,7 \pm 1,6$ mmol/L, te poslije pripremnog perioda u mirovanju $1,1 \pm 0,1$ mmol/L, a nakon vježbe $14,7 \pm 1,6$ mmol/L. Vrijednosti glukoze su prije

pripremnog perioda u mirovanju iznosile $5,0 \pm 0,9$ mmol/L i nakon vježbe $6,8 \pm 1,2$ mmol/L, te poslije pripremnog perioda u mirovanju $5,3 \pm 1,1$ mmol/L, a nakon vježbe $6,9 \pm 1,0$ mmol/L. Prije pripremnog perioda nema korelacije između laktata i glukoze, ali nakon pripremnog perioda postoji statistički značajna korelacija kod svih ovih sportova. Očito da je veza između laktata i glukoze uvjetovana dugotrajnim treningom.

Rankin i suradnici (1996) sprovedli su istraživanje na 12 hrvača. Prije i nakon intenzivnog gubljenja težine, te nakon ponovnog petosatnog hranjenja, ispitanici su radili vježbu na ručnom ergometru, te su im izmjereni pH parametri: bikarbonati, bazni status, glukoza i laktati. Tijekom vježbanja laktati u plazmi su značajno rasli od 1.72 do 21.91 mmol/L, a glukoza od 4,88 do 5,25 mmol/L. Iako je istraživanje pokazalo da intenzivno gubljenje težine loše utječe na izvedbu kod hrvača, te promjene nisu uzrokovane acido-baznim parametrima.

Häkkinen i suradnici (1984.) proveli su istraživanje na 4 dizača utega, 7 bodybiltera i 3 hrvača s ciljem utvrđivanja povezanosti neuromišićnih, aerobnih i anaerobnih karakteristika u ovim sportovima. Statistički značajne razlike pronađene su u vremenu koje je potrebno da se ostvari određena izometrijska sila. Dizači utega 30% brže proizvedu izometrijsku kontrakciju nego hrvači i bodybilteri, ali hrvači su statistički značajno bolji u proizvodnji sile pliometrijskog tipa. Zanimljivo je da nema statistički značajnih razlika među grupama u anaerobnoj izdržljivosti. Broj sporih mišićnih vlakna korelira sa skokom u vis ali negativno korelira sa proizvodnjom izometrijske sile. Autori su došli do zaključka da neuromuskularna, aerobna i anaerobna izvedba u sportovima snage može biti uvjetovana mišićnom strukturom ili posljedica učinaka dugotrajnog treninga.

2.1.2. Dosadašnja istraživanja laktata u judu

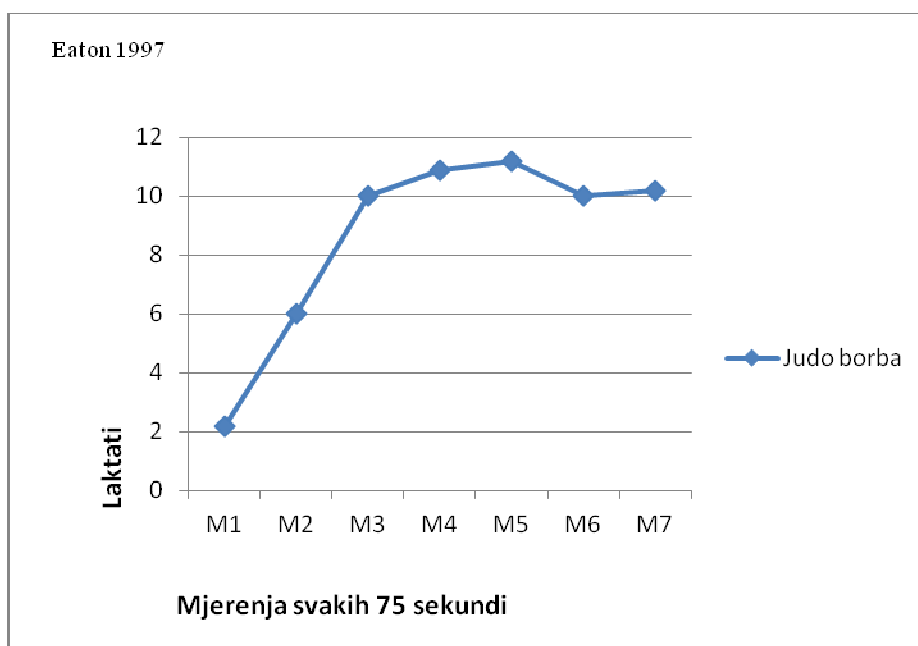
De Lima i suradnici (2004.) postavili su istraživanje na način da su pokušali dokazati povezanost između brzine motoričke reakcije i koncentracije laktata u krvi za vrijeme judo borbe. Istraživanju je pristupilo jedanaest zdravih natjecatelja starosti $23,4 \pm 2,0$ godina koji su imali iskustvo u tom sportu od prosječno 10 godina. U ovom istraživanju korišten je Cybex Reactor System koji bilježi vrijeme i ispravnost reakcije ispitanika ovisno o svjetlu na koje ispitanik treba reagirati. Neposredno prije simulirala se judo borba nakon čega su se mjerili laktati. Sukladno dobivenim rezultatima, možemo zaključiti da postoji razlika između vremena reakcije i sposobnosti točnog reagiranja. Radi se dakle, o faktorima koji mogu biti odlučujući u judo borbama. Primijećeno je da je koncentracija mliječne kiseline znatno viša nakon velikih napora bez obzira na dužinu trajanja borbe, što nužno dovodi do zamora u sportaša, istovremeno negativno utječući na sposobnosti stila prilikom reagiranja na određeni podražaj. Ovim se istraživanjem pokazalo da je, čak i uz visoku koncentraciju laktata, nakon borbi preko 13 mmol/L sposobnost sportaša da reagiraju održana, ali je umjesto ispravnih obilovala krivim i nasumičnim reakcijama. Ova nesposobnost održanja izvedbe u svim fazama reakcije tijekom intenzivnih borbi faktor je koji treba uzeti u obzir tijekom treniranja. Razvitak anaerobnih sposobnosti i tolerancija na laktate od ključne je važnosti za svakog judo natjecatelja iz dva razloga: a) kako bi u uvjetima akumulacije visokih laktata tijekom borbe mogao reagirati na poteze protivnika pravilno odabranom tehnikom, b) kako bi bio u stanju resorbirati ih tijekom odmora između borbi.

Artioli i suradnici (2005.) istraživali su povezanost između laktata i stupnja izvedbe tj. broja ostvarenih bacanja u specifičnom judo testu. Kako je judo sport sa velikom ovisnošću o glikolitičkom putu, tako nailazimo na povišene vrijednosti koncentracije laktata u krvi nakon borbe. U ovom se radu pokušala utvrditi povezanost između koncentracije laktata u krvi i stupnja izvedbe na judo testu. Istraživanju je pristupilo 18 dobro treniranih judaša prosječne starosti $21,5 \pm 3,0$ godine. Korišten je specifični judaški test SJFT koji se sastoji od tri serije između kojih se ispitaniku kontrolira koncentracija laktata u krvi. Autori nisu ustanovili statistički značajnu razliku između koncentracije laktata u krvi i stupnja izvedbe tj. broja bacanja na testu. Međutim, zadržali su isti broj bacanja (oko 26,0) te su im laktati porasli oko 500%, odnosno kretali su se od $2,3 \pm 1,7$ mmol/L na početku, pa sve do $15,9 \pm 5,5$ mmol/L.

Artioli i suradnici (2007.) istraživali su utjecaj uzimanja sode bikarbone na judo izvedbe. Judoši su radili 3 ponavljanja specifičnog judo testa i 4 ponavljanja Wingate testa za gornje

ekstremitete. Prije svakog testa uzimali su 03g/kg sode bikarbone ili placebo, sat vremena prije testiranja. Tijekom testiranja uzimani su krvni uzorci kako bi se ustanovila količina laktata u krvi, te kako bi se odredila razina postignutog napora. Uzimanje sode bikarbone značajno je poboljšalo izvedbu u 2. i 3. ponavljanju specifičnog judo testa, te u 3. i 4. ponavljanju Wingate testa. Kod uzimanja sode bikarbone utvrđen je statistički značajan porast razine laktata krvi nakon specifičnog judo testa, ali ne i nakon Wingate testa. Autori su zaključili da uzimanje sode bikarbone jedan sat prije napora poboljšava izvedbu u judu, da dovodi do porasta vrijednosti laktata u krvi, ali ne i do povećanja razine postignutog napora.

Sterkowicz i sur. (1998.) u svome radu navode neobjavljene Eatonove podatke o dinamici laktata tijekom i nakon judo borbe iz 1997. godine (Graf 2.). Eaton je mjerio laktate u sedam točaka: na početku borbe, svakih 75 sekundi do kraja borbe i u oporavku nakon 120 i 300 sec.



Graf 1. Dinamika laktata u judo borbi neobjavljeni podaci Eaton prema Sterkowicz (1998.)

2.2. Dosadašnja istraživanja laktata u ostalim borilačkim sportovima

Bridge i suradnici (2009.) istraživali su fiziološke promjene zabilježene na međunarodnom Taekwondo natjecanju. Uzorak ispitanika sačinjavalo je 8 natjecatelja nositelja crnog pojasa. Borbe su se sastojale od tri runde u trajanju od dvije minute, sa 30 sekundi odmora između svake runde. Ispitanicima je bilježen broj otkucaja srca tijekom borbe. Laktati su uzorkovani kapilarno iz prsta minutu prije, odmah po završetku svake runde, i minutu nakon borbe. Iz tih podataka Borgovom skalom izračunat je RPE (Responses and Perceived Exertion) Autori su zabilježili da je na međunarodnom Taekwondo natjecanju zabilježena submaksimalna kardiovaskularna aktivnost, visoka koncentracija laktata u krvi te porast RPE kod natjecatelja tijekom borbe. Zaključili su da bi trening za takvu vrstu napora trebao stimulirati i aerobni i anaerobni metabolizam.

Matsushigue i suradnici (2009.) uspoređivali su visinu izmjerenih laktata prije i poslije borbe u taekwondo-u kod pobjednika i kod poraženih. Uzorak ispitanika sačinjavalo je 14 boraca seniorskog uzrasta. Borbe su trajale 3 runde po 2 minute sa 30 sekundi pauze među rundama. Prosječne vrijednosti izmjerenih laktata prije borbe iznose 3.1 ± 2.7 mmol/L, tj. 7.5 ± 3.8 mmol/L poslije borbe. Pobjednicima su izmjerene vrijednosti od 3.4 ± 3.8 mmol/L prije borbe, tj. 7.8 ± 4.4 mmol/L poslije borbe. Porazenim borcima izmjerene su vrijednosti od 2.8 ± 1.3 mmol/L, tj. 7.2 ± 3.4 mmol/L poslije borbe. Možemo zaključiti da glikolitički izvori nisu dominantni izvori energije u TKD borbi, te da nema razlika u fiziološkim reakcijama između pobjednika i poraženih.

Vukov i suradnici (2009.) uspoređivali su otkucaje srca i razinu laktata u krvi nakon karate kata i nakon borbe u karateu. Otkucaji srca bilježeni su nakon 1,3,5,10. i 15. minute oporavka nakon svake serije kata i borbe, dok su laktati uzorkovani samo u petoj minuti oporavka. U karate katama postignuto je 96% od maksimalnog broja otkucaja srca, a 90% u karate borbi. Nakon karate kata zabilježene su vrijednosti laktata od 9,5 mmol/L, a nakon borbe 6,5 mmol/L. Zaključeno je da kate mogu biti dobar operator za razvoj kondicijskih sposobnosti te njihovog podizanja na višu razinu.

Ravier i suradnici (2009.) promatrali su utjecaj nekoliko intervalnih treninga na kondicijske sposobnosti karataša. Kontrolna i eksperimentalna grupa sastojale su se od 8 seniora. Maksimalni primitak kisika statistički se značajno poboljšao kod grupe koja je radila intervalni trening, dok kod druge grupe koja je trenirala uobičajenim metodama nije

bilo promjena. Značajne promjene kod eksperimentalne grupe zabilježene su u visini izmjerenih laktata koje su znatno više (53,7%) nakon trenažnog perioda.

Doria i suradnici (2009.) mjerili su koncentraciju laktata u krvi prije, tijekom i nakon oporavka u šest kata i šest karate borbi kod 6 muškaraca i 6 žena. Također, mjereno je i maksimalni primitak kisika, maksimalna anaerobna, alaktatna i laktatna izdržljivost, te ukupna potrošnja energije za svaku rundu posebno. Razina izmjerenih laktata u krvi nakon Wingate testa iznosila je: kod muškaraca $14,6 \pm 1,9$ mmol/L (kata) i $12,1 \pm 1,8$ mmol/L (borba), a kod žena $13,3 \pm 3,0$ mmol/L (kata) i $12,4 \pm 2,2$ mmol/L (borba). Rezultati su pokazali da nema razlike između kata i borbi u maksimalnom primitku kisika i u Wingate testu (anaerobni laktatni test). Korištenje aerobnih i anaerobnih laktatnih izvora energije značajno je drugačije s obzirom na spol i disciplinu, dok su laktatni izvori energije i srčane frekvencije slični.

Aziz i suradnici (2002.) mjerili su koncentraciju laktata u krvi prije borbe i na kraju svake runde u silatu (kineska borilačka vještina sa zahvatima i udarcima). Uzorak ispitanika sačinjavalo je 10 muškaraca i 5 žena. Natjecatelji u ovom sportu postigli su 84% od maksimalne srčane frekvencije, a laktati su im se kretali od 6,7 do 18,7 mmol/L.

Imamura i suradnici (2003.) istraživali su utjecaj 1000 udaraca rukom i 1000 udaraca nogom na srčane frekvencije i na koncentraciju laktata u krvi na uzorku od 6 karatašica. Nakon 1000 udaraca rukom koncentracija laktata u krvi iznosila je $1,0 \pm 0,4$ mmol/L, a nakon 1000 udaraca nogom $3,0 \pm 0,9$ mmol/L. Nakon istraživanja autori su zaključili da je reakcija VO_2 , HR i laktata u krvi vrlo umjerena nakon 1000 udaraca nogom, tj. rukom.

Ribeiro i suradnici (2006.) usporedili su dvije forme (changquan i daoshu) kineske borilačke vještine Wushu u srčanoj frekvenciji i razini laktata u krvi, kako bi ustanovili fiziološko opterećenje u tim formama. Četiri Wushu borca izvodila su obje forme, a srčane frekvencije i razina laktata u krvi mjerene su prije i poslije svake forme. Srčane frekvencije iza svake forme su iznosile 176 ± 3 i 176 ± 2 otkucaja u minuti što iznosi 89% maksimalne frekvencije za tu dob. Razna laktata u krvi u mirovanju iznosila je $1,80 \pm 1,36$ mmol/L i $1,33 \pm 0,43$ mmol/L, dok je razina laktata nakon zagrijavanja iznosila $2,05 \pm 0,21$ mmol/L i $1,80 \pm 0,24$ mmol/L. Između laktata u mirovanju i laktata nakon zagrijavanja nema statistički značajne razlike. Razina laktata u krvi nakon forme iznosila je $4,38 \pm 1,63$ mmol/L i $5,15 \pm 1,07$. Nema statistički značajnih razlika u fiziološkom opterećenju između ovih dviju formi Wushu sporta.

Amtmann i suradnici su kod 6 MMA boraca mjerili razinu laktata i RPE (rate of perceived exertion) što je zapravo metoda određivanja intenziteta vježbanja uz pomoć Borgove skale.

Mjerenje im je poslužilo kako bi utvrdili fiziološke promjene i kako bi utvrdili učinkovitost priprema pred MMA natjecanje. Na treningu su laktati iznosili 8,1 do 19,7 mmol/L a RPE od 15 do 19 na Borgovoj skali koja je raspona od 6 do 20. Nakon runde MMA borbe, razina laktata u krvi je bila od 10,2 do 20,7 a RPE od 13 do 19. Od četiri ispitanika tri su imala iste razine laktata nakon treninga i nakon borbe. Autori su zaključili da su, uzmemo li laktate kao mjerilo, pripreme bile uspješne za tri borca. Uzimajući u obzir RPE, sva četiri borca su imala uspješne pripreme jer im je RPE iznosio 18 do 19 koliko iznosi i nakon MMA borbe.

Crisafulli i suradnici (2009) istraživali su fiziološke promjene tijekom simuliranog muay thai meča. Ispitanici su za vrijeme simuliranog meča nosili maske i portabl uređaj za analizu izdisajnih plinova. Na osnovi prikupljenih podataka (primitak kisika, proizvodnja ugljičnog dioksida i frekvencije srca) došlo se do sljedećih spoznaja; već nakon kratkog vremena provedenog u aerobnoj zoni dolazi do većeg porasta anaerobnog djelovanja koji se postepeno smanjuje i ponovo dominira aerobni rad. Zaključak rada je da je u muay thai borbi jednako važan i aerobni i anaerobni kapacitet.

2.3. Dosadašnja istraživanja glukoze u sportu

Van Hall je 1996 ustanovio da kod niske razine glikogena u miškulaturi nogu dolazi do većeg oslobađanja aminokiselina pri vježbanju. Smanjena količina mišićnog glikogena i niža razina glikogenolize je rezultat dužeg vježbanja sa submaksimalnim opterećenjem (Gollnick i suradnici 1972; Gollnick i suradnici 1981; Hargreaves i suradnici 1995; Van Hall i suradnici 1995; Weltan i suradnici 1998.). Gollnick i suradnici (1991) dokazuju da je povećano lučenje glukoze u nozi rezultat počinjanja vježbe sa smanjenom razinom glikogena u nozi. Hargreaves i suradnici (1995) su utvrdili da nema korelacije između razine glikogena u miškulaturi razine glukoze. Koncentracija glukoze u krvi može se u naporu povećati od 30 do 50 puta (Sahiin, 1990.)

Blomstrand i suradnici proveli su istraživanje na osam ispitanika koji su radili vježbu za obje noge; jedna noga imala je nisku koncentraciju glikogena zbog prethodnog vježbanja, a druga normalnu. Cilj istraživanja bio je utvrditi učinak niskog mišićnog glikogena. Raspadanje mišićnog glikogena je 60% niže u nozi koja predvježbanjem ima nižu koncentraciju glikogena, a razina glukoze je 30% veća. Količina piruvata koji je oksidiran u nozi sa niskom razinom glikogena iznosi 450 mml, a u nozi sa normalnom razinom glikogena iznosi 750 mml. Možemo zaključiti da noga u kojoj je niska razina glikogena, oksidira masne i amino kiseline. Tijekom vježbe u nozi sa niskom razinom glikogena značajna količina slobodnih aminokiselina nije metabolizirana u mišiću (npr. tirozin i fenilalanin), što bi mogla biti posljedica povećane stope raspada proteina u nozi. Otpuštanje aminokiselina tirozina i fenilalanina iz noge s niskom razinom glikogena tijekom vježbe i promjene u mišićnim koncentracijama, dovode do proizvodnje tirozina i fenilalanina stopom od 1,4 i 1,5 mml/hč. Stopa raspada proteina tada iznosi 7-12g /hč. S obzirom da su obje noge imale istu arterijsku opskrbu hormonima i substratima možemo zaključiti da su ove promjene uzrokovane razinom glikogena. U mirovanju je znatno je viša koncentracija laktata uzorkovana iz noge koja ima normalnu razinu glikogena nego iz noge koja ima nisku razinu glikogena (normal-glicogen 43 ± 6 i low-glicogen 21 ± 5 mml/minč). U opterećenju je iz noge koja ima normalnu razinu glikogena izmjereno $1-3 \pm 0-3$ mml/minč a iz noge koja ima nisku razinu glikogena $0-60 \pm 0-3$ mml/minč. Tijekom oporavka, znatno je viša koncentracija laktata uzorkovana iz noge koja ima normalnu razinu glikogena, nego iz noge koja ima nisku razinu glikogena. Poslije 5 min u nozi koja ima normalnu razinu glikogena izmjereno je 170 ± 4 mml/minč, a iz noge koja ima nisku razinu glikogena 45 ± 1 mml/minč. Razina glukoze u mirovanju je u nozi s niskom razinom glikogena iznosila

$48 \pm 2 \mu\text{mol}/\text{min}^{-1}$, a u nozi s normalnom razinom glikogena $76 \pm 3 \mu\text{mol}/\text{min}^{-1}$ ($p > 0,05$). Razina protoka glukoze u naporu se povećala u nozi s niskom razinom glikogena za $1.9 \text{ mmol}/\text{min}^{-1}$, a u nozi s normalnom razinom glikogena za $1.5 \text{ mmol}/\text{min}^{-1}$. Za 30% je veći protok glukoze tijekom napora u nozi sa smanjenom količinom glikogena. U Tijekom dvosatnog oporavka u obje noge je izmjeren veći protok glukoze nego u mirovanju i to u nozi s niskom razinom glikogena protok je iznosio $134 \pm 4 \mu\text{mol}/\text{min}^{-1}$, a u nozi s normalnom razinom glikogena $120 \pm 2 \mu\text{mol}/\text{min}^{-1}$ ($p > 0,05$). Ukupni protok glukoze u dvosatnom odmoru iznosi $30 \pm 4 \text{ mmol}/\text{min}^{-1}$, naspram $26 \pm 4 \text{ mmol}/\text{min}^{-1}$, u nozi s normalnom razinom glikogena. Tijekom cjelokupnog oporavka razina laktata je 10 ± 3 naspram $2,2 \pm 1 \text{ mml}$, u nozi s niskom razinom glikogena. Lemon (1987.)

Poznata je činjenica da su masti i ugljikohidrati glavno pogonsko gorivo tijekom vježbe. Proteini i amino kiseline oksidacijom donose 5-10% energije. Nekoliko istraživanja nam govori da se povećava količina raspadnutih proteina u slučaju kada se prethodnim vježbanjem isprazne zalihe ugljikohidrata. Na primjer, kod vježbanja sa smanjenom količinom mišićnog glikogena doći će do značajno većeg lučenja dušika putem znoja nego kod vježbanja sa povišenom količinom mišićnog glikogena.

Tarnopolsky i suradnici (1996.) istraživali su utjecaj mršavljenja na koncentraciju glikogena u musculus biceps brachii. Grupa A (n 6) je nakon skidanja 5% tjelesne mase imala vaganje te 17-satni odmor (toliko vremena obično protekne između službenog vaganja i prvog meča na turniru). Poslije odmora hrvači su hrvali četiri borbe od 5 minute svakih sedam sati po jedna borba. Grupa B (n 6) je skidala 5% svoje težine treningom ($1,147 \text{ kcal}$ na dan) i metodom dehidracije u sauni. A grupi je izmjerena koncentracija glikogena u mišiću i nivo laktata prije i poslije turnira, a grupi B je izmjerena koncentracija glikogena u mišiću i nivo laktata prije i poslije gubitka težine. Rapidno smanjenje glikogena uzrokovano gubitkom kilograma zabilježeno je nakon vaganja kod grupe B, a kod grupe A je konstatirana nevjerojatna sposobnost oporavka koncentracije glikogena u 17 sati pauze između vaganja i prve borbe.

Loupos i suradnici su 2008. dokazali da glukaza negativno korelira sa dužinom trajanja opterećenja. Naime intenzivnije opterećenje u kraćem vremenu podiže višu razinu glukoze u krvi.

Lehmann i suradnici (1981) su utvrdili da nema statistički značajnih razlika u razini laktata i glukoze u mirovanju kod različitih dobnih skupina (dječaci od 12.8 ± 0.8 i odrasli od 27.8 ± 2.9 godina), a u naporu postoje razlike u razini laktata (25% niži laktati kod dječaka)

ali ne i u razini kretanja glukoze. Maksimalni anaerobni kapaciteti su niži kod mlađih uzrasnih skupina za 25%.

Van Hall i suradnici su 2003 dokazali da se razina laktata u ekstremitetima tijekom vježbanja mijenja ovisno o vrsti vježbe, odnosno količini angažirane miškulature, dok se razina glukoze u čitavom tijelu ne mijenja ovisno o vrsti vježbe, ali gledano izolirano u ekstremitetima ima promjena.

Jorfeldt i Wahren (1970) su potvrdili da razine laktata i glukoze u krvi rastu tijekom vježbanja ali nakon 60 minuta glukoza i dalje raste dok se razina laktata vraća na normalne vrijednosti.

Miller i suradnici su 2002. potvrdili da povišeni laktati u krvi kod vježbanja umjerenog intenziteta povećavaju oksidaciju laktata, štede glukozu i smanjuju njezinu proizvodnju. Infuzija egzogenih laktata ne utječe na (RPE) nivo očekivanog umora tijekom vježbe. Laktat je koristan ugljikohidrat za vrijeme povećane potrebe organizma za energijom.

Oöpić i suradnici su 2002. dokazali da suplementacija kreatina i glukoze neće pomoći da se vrati masa nakon redukcije tjelesne mase prije natjecanja, ali će povratiti radne sposobnosti i mogućnost maksimalnih naprezanja kod vrhunskih hrvata.

Deuster i suradnici su 1989. kod različito treniranih osoba (trkača) pri vježbanju utvrdili da magnituda lučenja hormona endorfina i noradrenalina korelira sa magnitudom promjena u razini laktata i glukoze. Simpatički sustav je mnogo osjetljiviji na vježbanje nego parasimpatički sustav autonomnog živčanog sustava. Kod dobro treniranih osoba nivo aktivacije simpatičkog sustava je niži pri maksimalnim opterećenjima.

McGuire i suradnici su 1976. utvrdili da se kretanje glukoze u tijelu može najbolje prikazati kada se uzorci uzimaju iz arterijske krvi.

Akerstrom i suradnici su 2009. dokazali da oralna suplementacija glukozom ne može biti alternativa metaboličkim izvorima u tijelu vježbača jer ona ne utječe na substrate, performanse, sadržaj glikogena i metaboličke aktivnosti enzima.

Coggan i suradnici su 1995 utvrdili da je potrošnja glukoze niža u dobro treniranih osoba stoga je hiperglikemija kod dobro utreniranih osoba posljedica niže potrošnje, a ne veće proizvodnje glukoze (Coggan 1995).

Friedlander i suradnici su 1997. utvrdili da intenzitet vježbanja direktno utječe na razinu glukoze, treningom smanjujemo razinu otpuštene glukoze za određeni mišićni rad i treningom mijenjamo prag raspoložive glukoze.

Kemppainen i suradnici su 2002. utvrdili da glukoza u miokardu nije u korelaciji sa intenzitetom vježbanja kao što je to slučaj sa skeletnom muskulaturom.

Kjaer i suradnici su 1991. utvrdili da se, pri vježbanju u kojem se angažira više mišićnih skupina, razina kateholamina u plazmi naglo poveća i mobilizira veće količine glukoze.

Maehlum i suradnici su 1978. utvrdili da korisni učinci vježbanja nisu limitirani na sami tijek vježbanja. Pozitivan utjecaj na metabolizam tjelesnih substrata može biti jednako važan ako ne i važniji u periodu nakon vježbanja, jer je to vrijeme kada organizam nastoji ponovno uspostaviti homeostazu metabolizma i nadoknaditi ispražnjene energetske depoe jetre i mišićnog glikogena koji su se trošili nakon vježbanja.

Horton i suradnici su 2006. ustanovili da postoje statistički značajne razlike u kretanjima glukoze tijekom vježbanja između muškaraca i žena. Žene su imale nižu stopu porasta i opadanja glukoze.

Palleschi i suradnici su 1990. potvrdili tezu da je mišićna glikoliza ovisna o mišićnom glikogenu više nego o glukozi u krvotoku.

Sotero i suradnici su 2009. ustanovili da minimalna razina glukoze nakon trčanja može biti prediktor maksimalnog laktatnog stabilnog stanja.

Arkinstall i suradnici su 2004. utvrdili da pri vježbanju niskog ili umjerenog intenziteta kod slabo treniranih osoba, količina uskladištenog glikogena nema utjecaja na razinu glukoze u krvi.

Daussin i suradnici su 2008. ustanovili da redovito treniranje izdržljivosti na visoka opterećenja poboljšava maksimalni kapacitet mitohondrija za oksidaciju ugljikohidrata umjesto masnih kiselina, te izaziva specifične adaptacije mitohondrijskog respiratornog lanca.

Kristiansen i suradnici su 2000. dokazali da trening povećava koncentraciju proteina GLUT 4 u mišiću i do 66%, a u stanju umora lučenje glukoze korelira sa razinom proteina GLUT 4 u muskulaturi. Dakle kada muskulatura radi visokim intenzitetom s niskim koncentracijama glikogena, razina glukoze u mišiću je značajno viša kod dobro treniranih osoba.

Rose i suradnici 2005. tvrde da je porast glukoze tijekom vježbanja rezultat koordiniranog povećanja lučenja glukoze (povećane kapilarne perfuzije), povećanog membranskog transporta, te intercelularnog protoka substrata kroz glikolizu. Mehanizam koji pokreće protein GLUT 4 na površinu membrane, te naknadno povećanje protoka uvjetovano mišićnim kontrakcijama još uvijek su neriješena pitanja.

Hawley i suradnici 2011 potvrđuju da promjene unosa makronutrijenata mijenjaju koncentracije substrata i hormona u krvotoku što za posljedicu ima promjene u načinu pohrane u skeletnoj muskulaturi i drugim, na inzulin osjetljivim, tkivima. Mišićni energetske potencijal utječe na metabolizam odmora i obrasce korištenja tih potencijala tijekom vježbanja kao i na genetski uvjetovane regulatorne procese i prijenos impulsa na staničnom nivou.

3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Razvoj anaerobnih glikolitičkih mehanizama u pojedinim uzrastima u hrvanju, te praćenja i kontroliranja anaerobnih laktatnih trenažnih učinaka, trebali bi imati važnu ulogu u stvaranju šampiona. Iz dostupnih istraživanja uočava se da nitko još nije mjerio dinamiku glukoze u hrvačkoj borbi. Postavlja se stoga problem je li dinamika glukoze u borbi u vezi s anaerobnom izvedbom kod hrvača? Primjetan je također nedostatak istraživanja u kojima se analiziraju odnosi dinamike laktata u hrvačkoj borbi. Moguće je stoga identificirati veći broj problema s tim u vezi: a) usporedba dinamike laktata i glukoze s obzirom na težinske kategorije, b) usporedba dinamike laktata i glukoze s obzirom na uzrasne kategorije, c) usporedba dinamike laktata i glukoze s obzirom na kvalitetu hrvača. Odgovori na te probleme mogli bi dati jasniju sliku fizioloških procesa u hrvačkoj borbi.

4. CILJ ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrditi dinamiku glukoze i dinamiku laktata u hrvačkoj borbi.

Na temelju osnovnog cilja moguće je formirati parcijalne ciljeve:

1. Utvrditi povezanost dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod kadeta.
2. Utvrditi povezanost dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod juniora.
3. Utvrditi razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu
4. Utvrditi razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu
5. Utvrditi razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu
6. Utvrditi razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu

5. HIPOTEZE

U skladu s osnovnim ciljem postavlja se osnovna nulta hipoteza:

H0 – Moguće je utvrditi dinamiku laktata i dinamiku glukoze u hrvačkoj borbi

U odnosu na postavljene parcijalne ciljeve mogu se odrediti hipoteze i to na sljedeći način:

H1 - postoji značajna povezanost između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod kadeta.

H2 - postoji značajna povezanost između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod juniora.

H3 – postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu

H4 – postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu

H5 – postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu

H6 – postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu

6. METODE RADA

6.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika sačinjava 60 mladih hrvača (uzrasta kadeti i juniori) iz cijele Hrvatske. Istraživanjem je obuhvaćena većina Hrvatskih hrvačkih klubova koji imaju škole hrvanja i natječu se u mlađim uzrasnim kategorijama: Hrvački klub "Zagreb" Zagreb, Hrvački klub "Sesvete" Zagreb, Hrvački klub "Metalac" Zagreb, Hrvački klub "Sesvetski Kraljevac" Zagreb, Hrvački klub "Brezovica" Zagreb, Hrvački klub „Inas“ Zagreb, Hrvački klub „Hrvatski dragovoljac“ Zagreb, Hrvački klub „Sisak“ Sisak, Hrvački klub „Gavrilović“ Petrinja, Hrvački klub „Podravska Slatina“ Podravska Slatina, Hrvački klub „Pik Vrbovec“ Vrbovec, Hrvački klub „Šibenik“ Šibenik, Hrvački klub „Split“ Split. Na prvenstvu Hrvatske za kadete 2011. pristupio je 71 hrvač, dok je na prvenstvu Hrvatske za juniore 2011. nastupilo je 57 hrvača. Ukupan broj hrvača koji se natjecao je 128. Uzorak od 60 ispitanika je skoro polovica od svih mladih hrvača koji su se ove godine natjecali na državnom prvenstvu.

Taj uzorak je podijeljen u skupine s obzirom na sljedeće kriterije:

a) Uzrast

Kadeti (n 30)

Juniori (n 30)

b) Težinska kategorija

Hrvači pripadnici nižih težinskih kategorija – kadeti (n 15) i juniori (n 15)

Hrvači pripadnici viših težinskih kategorija – kadeti (n 15) i juniori (n 15)

c) Kvaliteta

Hrvači višeg razreda kvalitete – kadeti (n 15) i juniori (n 15)

Hrvači nižeg razreda kvalitete – kadeti (n 15) i juniori (n 15)

U starosnu kategoriju kadet spadaju hrvači od 15 do 17 godina, a u starosnu kategoriju junior spadaju hrvači od 17 do 20 godina. Starosne kategorije određene su prema međunarodnim (FILA) pravilima.

Međunarodna (FILA) pravila za kadete predviđaju 10 težinskih kategorija koje ćemo podijeliti u (39-42 kg, 46 kg, 50 kg, 54 kg, 58 kg) niže težinske kategorije i (63 kg, 69 kg, 76 kg, 85 kg, 85-100 kg) više težinske kategorije. Za juniore pravila predviđaju 8 težinskih kategorija koje ćemo podijeliti u (46-50 kg, 55 kg, 60 kg, 66 kg) niže težinske kategorije i

(74 kg, 84 kg, 96 kg i 96-120 kg) više težinske kategorije. S obzirom na razred kvalitete hrvači će biti podijeljeni prema sljedećem kriteriju; viši razred kvalitete 1. do 4. mjesto na prvenstvu Hrvatske za 2011. godinu i niži razred kvalitete 5. do 10. mjesto na prvenstvu Hrvatske za 2011. godinu.

6.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli sačinjavao je set od 10 varijabli; razina laktata u krvi izmjerena u 5 točaka i razina glukoze u krvi izmjerena u 5 točaka.

1. Razina laktata u krvi nakon zagrijavanja
2. Razina laktata u krvi nakon prve runde
3. Razina laktata u krvi nakon druge runde
4. Razina laktata u krvi nakon treće runde
5. Razina laktata u krvi nakon odmora od 5 min.
6. Razina glukoze u krvi nakon zagrijavanja
7. Razina glukoze u krvi nakon prve runde
8. Razina glukoze u krvi nakon druge runde
9. Razina glukoze u krvi nakon treće runde
10. Razina glukoze u krvi nakon odmora od 5 min.

6.3. Opis eksperimentalnog postupka

Sva mjerenja održana su tijekom natjecateljskog perioda, u ožujku, travnju i svibnju 2011. godine.

Kako bi svi hrvači imali jednako opterećenje u borbi, oba protivnika su bila iste uzrasne i težinske kategorije, te istog razreda kvalitete. U odabiru parova surađivali su izbornik, trener reprezentacije, treneri kluba i autor rada. Stručni tim je sastavio parove među kojima je vladao veliki rivalitet, što nam se osim na podjednako opterećenje pozitivno odrazilo i na motivaciju hrvača u testiranju. Hrvači su bili upućeni u pojedinosti testiranja i upoznati sa činjenicom da moraju dati svoj maksimum u sve tri runde, bez obzira na rezultat. Trener reprezentacije i ostali hrvači su dodatno poticali oba borca tijekom borbe.

Prema pravilima hrvanja borba može biti prekinuta zbog tuša, pobjede u dvije uzastopne runde ili tehničke nadmoći. Za potrebe istraživanja borbe su trajale pune tri runde. U slučaju tuša, tuš se bodovao sa 5 tehničkih bodova, a borba se nastavljala do isteka

vremena. To je jedino odstupanje od međunarodnih hrvačkih (FILA) pravila ali ga je bilo nužno provesti kako bi imali uvid u fiziološke promjene tijekom čitave borbe.

Svi hrvači su bili testirani na pripremama u dvorani za hrvanje u Splitu i u dvorani za hrvanje Hrvackog saveza Hrvatske u SŠD Peščenica u Zagrebu. Laktate i glukozu su uzorkovali laboranti sportsko medicinskog laboratorija Diomed iz Splita.

Protokol: ispitanici su nakon jednog dana odmora došli u dvoranu u 8:00 sati. Svaki par hrvača se zagrijavao 15 min. prije svoje borbe prema sljedećem protokolu:

5 min - trčanje i trčanje sa zadatcima

5 min - opće, pripremne vježbe i vježbe istezanja

5 min - vježbe hrvačkog mosta i specifične hrvačke vježbe

Nakon zagrijavanja i neposredno prije početka borbe im je iz prsta kapilarno uzet uzorak krvi iz kojeg se očitala razina laktata i glukoze u krvi. Hrvači su se borili dvije minute (jednu rundu) i po završetku prve runde im se iz prsta kapilarno uzeo uzorak krvi iz kojeg se očitala razina laktata i glukoze u krvi. Po istom postupku im je izmjerena koncentracija laktata i glukoze u krvi nakon druge i treće runde. Posljednje mjerenje koncentracije laktata u krvi je bilo nakon 5 minuta odmora. Hrvači su se nakon posljednje runde pasivno odmarali sjedeći pored laboranta koji im je po isteku 5 minuta izmjerio razinu laktata i glukoze u krvi.

6.4. Metode obrade podataka

Statistička obrada podataka provedena je uz pomoć statističkog paketa Statistica v. 7.0. (Softstat, SAD)

Deskriptivna statistika je korištena u svrhu izračuna deskriptivnih parametara: aritmetičkih sredina, standardnih devijacija, te minimalnih i maksimalnih rezultata, a sve varijable su testirane Kolmogorov-Smirnovljevim testom.

Linearna korelacijska analiza u skladu sa ciljevima 1 i 2 i u skladu sa hipotezama H1 i H2 je izračunata s namjerom utvrđivanja povezanosti između laktata i glukoze posebno za uzrast kadeta i posebno za uzrast juniora.

Univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) u skladu sa ciljevima 3, 4, 5 i 6, te hipotezama H3, H4, H5 i H6 izračunata je u svrhu utvrđivanja razlike u kretanjima razine laktata i razine glukoze u krvi između hrvača nižeg i višeg razreda kvalitete te između hrvača pripadnika nižih i viših težinskih kategorija, posebno za uzrast kadeta i posebno za uzrast juniora.

7. REZULTATI PROVEDENOG PILOT ISTRAŽIVANJA

Pilot istraživanje provedeno je pod naslovom „Dinamika laktata u hrvačkoj borbi grčko rimskim načinom“ i objavljeno je u časopisu *Journal of sport science and medicine* 01. 11. 2009. Uspoređene su vrijednosti laktata prije borbe i nakon svake runde između 10 vrhunskih Hrvatskih hrvača seniora, a njihova kvaliteta je potvrđena rezultatima: Žugaj Neven 3. u Europi 2005., Tonimir Sokol 3. mjesto u Europi 2010. i Žugaj Nenad 3. mjesto na svjetskom prvenstvu 2010. Drugu grupu je predstavljalo 10 hrvača nižeg razreda kvalitete, pripadnika hrvačkog kluba „Split“ koji su plasirani na prvenstvu Hrvatske od trećeg do osmog mjesta. Razlika između grupa je osim u kvaliteti i u hrvačkom iskustvu.

Tablica 1. Dob, visina, masa, indeks tjelesne mase i iskustvo hrvača

Varijable	Vrhunski hrvači	Klupski hrvači
Dob (god)	21.0±1.9	27.1±4.2
Visina (cm)	180.3±7.9	180.9±5.8
Masa (kg)	85.3±11.8	85.0±12.3
ITM (kg/m ²)	26.3±3.7	25.9±2.5
Iskustvo (god)	10.5±1.9	5.7±3.0

Istraživanje je provedeno u sklopu reprezentativnih priprema u trećem mjesecu 2008. Kontrolne borbe odvijale su se prema međunarodnim FILA pravilima; tri runde po dvije minute sa trideset sekundi pauze među rundama. Jedino odstupanje od pravila je što nema prekida borbe prije isteka zadnje runde. Svaka borba se odvijala između boraca iste težinske kategorije i između boraca istog razreda kvalitete. Laktati su uzorkovani u četiri točke: prije borbe a nakon zagrijavanja, poslije prve runde, poslije druge runde i poslije treće runde ili nakon borbe. Za određivanje količine laktata u krvi koristili smo Accutrend Lactate uređaj, a valjanost uređaja ustanovio je Baldari i sur. (2009).

Statistička obrada podataka izvršena je uz pomoć statističkog paketa Statistica v. 7.0. Za sve varijable izračunati su deskriptivni statistički parametri (aritmetičke sredine, standardne devijacije), te su testirane Kolmogorov-Smirnovljevim testom. t-test i

jednosmjerna ANOVA su korišteni za utvrđivanje razlika među grupama i između mjerenja, a u post hoc analizi korišten je Tukey-ev test (razina značajnosti $p < 0,05$).

	Vrhunski hrvači	Klupski hrvači
Laktati prije borbe	2.61 (.58)	2.63 (.51)
Laktati nakon 1. runde	8.60 (2.15) †	11.83 (2.18) *†
Laktati nakon 2. runde	11.82 (1.58) ‡	13.16 (3.23)
Laktati nakon 3. runde	12.55 (1.80)	13.23 (1.47)

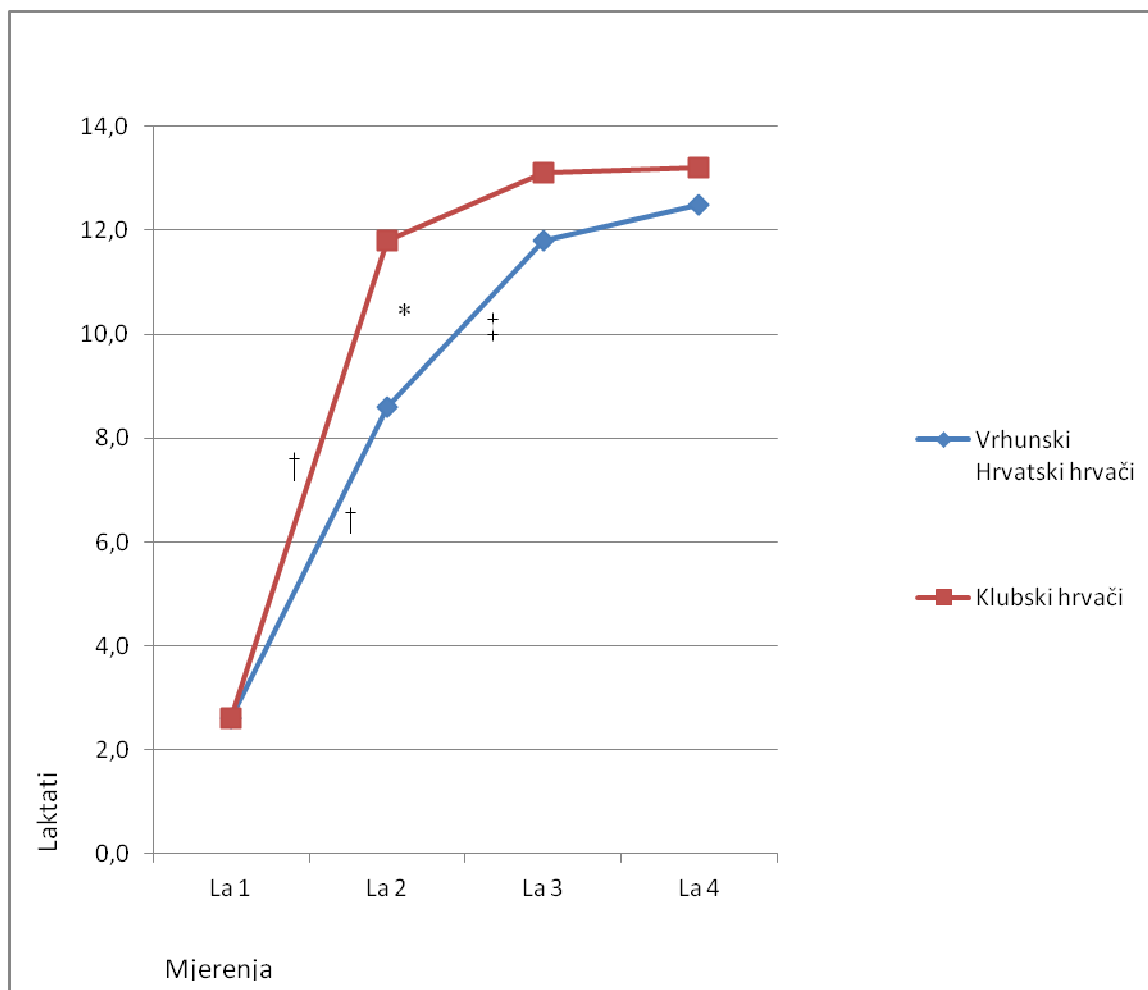
* $p < 0.05$ statistička značajnost za razlike među grupama

† $p < 0.001$ statistička značajnost za razlike nakon prve runde

‡ $p < 0.001$ statistička značajnost za razlike nakon druge runde

Istraživanje je pokazalo da klupski hrvači imaju lošiju aerobnu pripremljenost i ranije prelaze na anaerobni režim rada, te im laktati nakon prve runde naglo porastu. Laktati nakon druge runde kod vrhunskih hrvača statistički značajno rastu, a kod klupskih hrvača ne rastu, što navodi na zaključak da je kod vrhunskih hrvača bolja i anaerobna izdržljivost. Nakon treće runde laktati ne rastu ni kod klupskih ni kod vrhunskih hrvača iz čega možemo zaključiti da su potrošili zalihe energije. Vrhunski hrvači su puno bolje rasporedili zalihe energije dobivene anaerobnim putem. To možemo pripisati boljoj taktici vođenja borbe koja je posljedica većeg hrvačkog iskustva (tablica 1). Iako su rezultati pokazali da su vrhunski hrvači bolji od klupskih hrvača u energetske aspektu, autor je mišljenja da kod naših vrhunskih hrvača još postoji rezerva za napredovanje u anaerobnoj izdržljivosti jer nisu uspjeli unijeti dovoljno energije u posljednjoj rundi.

Iz grafa možemo bolje uočiti krivulje laktata u hrvačkoj borbi kod hrvača različitog razreda kvalitete te statistički značajne razlike (Tukey-ev test) među grupama i između mjerenja prikazane u tablici.



* $p < 0.05$ statistička značajnost za razlike među grupama

† $p < 0.001$ statistička značajnost za razlike nakon prve runde

‡ $p < 0.001$ statistička značajnost za razlike nakon prve druge runde

9. REZULTATI

9.1. DESKRIPTIVNI STATISTIČKI PARAMETRI ZA UZRAST KADETA

Tablica 1 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) za sljedeće karakteristike hrvača kadetskog uzrasta (n 30): dob (god.), iskustvo (god.), masa (kg.) visina (cm.), Indeks tjelesne mase (ITM) i plasman na posljednjem državnom prvenstvu.

Varijabla	$AS \pm SD$	Min-Max
Dob	$15,4 \pm 0,5$	15,0 - 16,0
Iskustvo	$4,4 \pm 2,2$	1,0 - 10,0
Masa	$67,4 \pm 13,4$	45,0 - 96,0
Visina	$173 \pm 8,4$	150 - 186
ITM	$22,3 \pm 3,3$	17,2 - 29,3
Plasman	$4,8 \pm 3,0$	1,0 - 10,0

U tablici 1 možemo uočiti da je standardna devijacija za varijablu dob samo 0,5 što nam govori da su ispitanici relativno malog raspona godišta (15 - 16 god.), dok je povišena standardna devijacija u varijabli plasman i varijabli iskustvo uzrokovana ciljanim sub-uzorkom kadeta različite kvalitete, a veće vrijednosti standardne devijacija varijabli: masa, visina i indeksa tjelesne mase, uzrokovane su ciljanim sub-uzorkom kadeta različitih težinskih kategorija. To također uočavamo i iz raspona rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata.

Tablica 2 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) i vrijednost Kolmogorov Smirnovljevog testa (Max D) za sljedeće varijable izmjerene kod kadeta hrvača (n 30): razina laktata u krvi prije borbe (La 1), razina laktata u krvi nakon prve runde (La 2), razina laktata u krvi nakon druge runde (La 3), razina laktata u krvi nakon borbe (La 4) i razina laktata u krvi nakon oporavka od 5 minuta (La 5), razina glukoze u krvi prije borbe (Gl 1), razina glukoze u krvi nakon prve runde (Gl 2), razina glukoze u krvi nakon druge runde (Gl 3), razina glukoze u krvi nakon borbe (Gl 4) i razina glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta (Gl 5), srčana frekvencija prije borbe (Hr 1), srčana frekvencija nakon prve runde (Hr 2), srčana frekvencija nakon druge runde (Hr 3), srčana frekvencija nakon borbe (Hr 4) i srčana frekvencija nakon oporavka od 5 minuta (Hr 5).

Varijabla	$AS \pm SD$	Min-Max	Max D
La 1	$2,8 \pm 0,7$	1,7 - 4,6	0,13
La 2	$8,9 \pm 2,0$	5,7 - 13,9	0,13
La 3	$10,5 \pm 2,3$	10,6 - 13,9	0,12
La 4	$10,9 \pm 2,4$	6,7 - 15,1	0,13
La 5	$8,3 \pm 3,1$	3,7 - 15,3	0,10
Gl 1	$5,2 \pm 1,1$	3,0 - 8,2	0,10
Gl 2	$5,8 \pm 1,3$	3,4 - 9,5	0,11
Gl 3	$6,8 \pm 1,3$	4,8 - 10,9	0,18
Gl 4	$7,7 \pm 1,4$	5,0 - 11,3	0,10
Gl 5	$8,4 \pm 1,9$	5,0 - 12,5	0,08
Hr 1	108 ± 12	80 - 132	0,13
Hr 2	188 ± 9	170 - 208	0,12
Hr 3	191 ± 7	182 - 206	0,17
Hr 4	192 ± 9	175 - 214	0,13
Hr 5	122 ± 6	110 - 136	0,10

Iz tablice 2 razvidno je da analiza distribucije rezultata putem Kolmogorov - Smirnovljevog testa za svaku izmjerenu varijablu potvrđuje da ne postoji značajna razlika distribucija rezultata navedenih varijabli u odnosu na teoretski normalne distribucije rezultata za sve primijenjene varijable. Granična vrijednost D_{max} za $n = 30$ iznosi 0,24. Također je uočljiv razmjerno ravnomjeran raspon rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata za sve primijenjene varijable. Izmjerena razina laktata, glukoze i zabilježene srčane frekvencije dosežu vrlo visok nivo i ukazuju na činjenicu da se borba odvija u zoni maksimalnih opterećenja.

9.1.1. Deskriptivni statistički parametri za uzrast kadeti s obzirom na težinske kategorije

Tablica 3 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) za sljedeće karakteristike kadeta niže težinske kategorije ($n = 15$) i kadeta više težinske kategorije ($n = 15$): dob (god.), iskustvo (god.), masa (kg.), visina (cm.), Indeks tjelesne mase (ITM) i plasman na posljednjem državnom prvenstvu.

Varijabla	Niže težinske kategorija		Više težinske kategorija	
	$AS \pm SD$	Min-Max	$AS \pm SD$	Min-Max
Dob	$15,3 \pm 0,5$	15,0 - 16,0	$15,5 \pm 0,5$	15,0 - 16,0
Iskustvo	$5,2 \pm 2,4$	1,0 - 10,0	$3,5 \pm 1,7$	2,0 - 7,0
Masa	$56,8 \pm 7,1$	45,0 - 67,0	$77,9 \pm 9,1$	68,0 - 96,0
Visina	168 ± 9	150 - 183	177 ± 4	168 - 186
ITM	$19,9 \pm 1,5$	17,2 - 22,9	$24,1 \pm 2,7$	21,1 - 29,3
Plasman	$3,7 \pm 2,7$	1,0 - 10,0	$6,0 \pm 2,9$	1,0 - 9,0

Iz tablice 3 vide se deskriptivni statistički parametri kadeta niže i više težinske kategorije. Možemo uočiti da su u varijablama plasman i iskustvo nešto više vrijednosti standardne devijacije i da je nešto veći raspon između maksimalnog i minimalnog rezultata što je i logično, s obzirom da se unutar svakog subuzorka nalaze pripadnici različitih razreda kvalitete, ali standardna devijacija te maksimalni i minimalni rezultat u varijablama starost, masa, visina i indeks tjelesne mase su normalnog raspona.

Tablica 4 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) i vrijednost Kolmogorov- Smirnovljevog testa (Max D) za sljedeće varijable izmjerene kod kadeta nižih težinskih kategorija (n 15) i kadeta viših težinskih kategorija (n 15): razina laktata u krvi prije borbe (La 1), razina laktata u krvi nakon prve runde (La 2), razina laktata u krvi nakon druge runde (La 3), razina laktata u krvi nakon borbe (La 4) i razina laktata u krvi nakon oporavka od 5 minuta (La 5), razina glukoze u krvi prije borbe (Gl 1), razina glukoze u krvi nakon prve runde (Gl 2), razina glukoze u krvi nakon druge runde (Gl 3), razina glukoze u krvi nakon borbe (Gl 4) i razina glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta (Gl 5).

	Niže težinske kategorije						Više težinske kategorije					
	AS \pm SD		Min-Max		Max D		AS \pm SD		Min-Max		Max D	
La 1	2,7	\pm 0,8	1,8	-	4,6	0,19	2,9	\pm 0,6	1,7	-	3,9	0,14
La 2	9,3	\pm 2,4	5,9	-	13,9	0,16	8,5	\pm 1,5	5,7	-	11,3	0,19
La 3	10,6	\pm 2,7	6,0	-	13,9	0,15	10,5	\pm 1,8	7,4	-	12,7	0,16
La 4	11,2	\pm 2,7	7,0	-	15,1	0,16	10,6	\pm 2,0	6,7	-	12,8	0,18
La 5	8,6	\pm 3,2	3,7	-	14,2	0,11	8,0	\pm 2,9	4,6	-	15,3	0,14
Gl 1	5,2	\pm 1,1	3,0	-	6,7	0,11	5,3	\pm 1,2	3,5	-	8,2	0,16
Gl 2	5,9	\pm 1,1	3,4	-	7,3	0,22	5,8	\pm 1,5	3,6	-	9,5	0,13
Gl 3	6,8	\pm 0,9	5,5	-	8,3	0,13	6,7	\pm 1,6	4,8	-	10,9	0,25
Gl 4	7,8	\pm 1,3	6,0	-	10,1	0,11	7,5	\pm 1,6	5,0	-	11,3	0,12
Gl 5	9,1	\pm 2,1	5,4	-	12,5	0,14	7,7	\pm 1,4	5,0	-	9,7	0,1

Iz tablice 4 može se iščitati da analiza distribucije rezultata putem Kolmogorov-Smirnovljevog testa (Max D) za svaku izmjerenu varijablu potvrđuje da ne postoji značajna razlika distribucija rezultata navedenih varijabli u odnosu na teoretski normalne distribucije rezultata za sve primijenjene varijable. Granična vrijednost D max za n 15 iznosi 0,33. Također je uočljiv razmjerno ravnomjeren raspon rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata za sve primijenjene varijable. Uočavaju se podjednaki rezultati standardnih devijacija za hrvache nižih težinskih kategorija i hrvache viših težinskih kategorija, međutim tek će daljnje analize potvrditi postojanje eventualnih razlika.

9.1.2. Deskriptivni statistički parametri za uzrast kadeti s obzirom na razred kvalitete

Tablica 5 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) za sljedeće karakteristike kadeta višeg razreda kvalitete (n 15) i kadeta nižeg razreda kvalitete (n 15): dob (god.), iskustvo (god.), masa (kg.) visina (cm.), Indeks tjelesne mase (ITM) i plasman na posljednjem državnom prvenstvu.

Varijable	Viši razred kvalitete		Niži razred kvalitete	
	AS \pm SD	Min-Max	AS \pm SD	Min-Max
Dob	15,5 \pm 0,5	15,0 - 16,0	15,3 \pm 0,5	15,0 - 16,0
Iskustvo	5,8 \pm 2,0	3,0 - 10,0	2,9 \pm 1,4	1,0 - 6,0
Masa	65,6 \pm 15,0	46,0 - 96,0	69,1 \pm 11,8	45,0 - 84,0
Visina	173 \pm 6	160 - 183	173 \pm 10	150 - 186
ITM	21,7 \pm 3,8	17,2 - 29,3	22,9 \pm 2,7	18,5 - 28,1
Plasman	2,2 \pm 1,1	1,0 - 4,0	7,5 \pm 1,6	5,0 - 10,0

Iz tablice 5 vide se deskriptivni statističke parametre kadeta višeg i nižeg razreda kvalitete. Možemo uočiti da su u varijablama masa, visina i indeks tjelesne mase nešto više vrijednosti standardne devijacije i da je nešto veći raspon između maksimalnog i minimalnog rezultata što je i logično jer se unutar svakog subuzorka nalaze pripadnici različitih težinskih kategorija, ali standardna devijacija te maksimalni i minimalni rezultat u varijablama dob, iskustvo i plasman su očekivanog raspona s obzirom na uzorak jer se kvalitetniji hrvači dulje bave hrvanjem (5,8 prema 2,9 godina) i bolje su plasirani na državnom prvenstvu od hrvača nižeg razreda kvalitete (2,2. prema 7,5. mjesto).

Tablica 6 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) i vrijednost Kolmogorov- Smirnovljevog testa (Max D) za sljedeće varijable izmjerene kod kadeta višeg razreda kvalitete (n 15) i kadeta nižeg razreda kvalitete (n 15): razina laktata u krvi prije borbe (La 1), razina laktata u krvi nakon prve runde (La 2), razina laktata u krvi nakon druge runde (La 3), razina laktata u krvi nakon borbe (La 4) i razina laktata u krvi nakon oporavka od 5 minuta (La 5), razina glukoze u krvi prije borbe (Gl 1), razina glukoze u krvi nakon prve runde (Gl 2), razina glukoze u krvi nakon druge runde (Gl 3), razina glukoze u krvi nakon borbe (Gl 4) i razina glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta (Gl 5).

Varijabla	Viši razred kvalitete			Niži razred kvalitete		
	AS \pm SD	Min-Max	Max D	AS \pm SD	Min-Max	Max D
La 1	2,6 \pm 0,6	1,7 - 3,6	0,14	3,0 \pm 0,8	3,0 - 2,0	0,14
La 2	9,1 \pm 2,2	5,9 - 13,9	0,18	8,7 \pm 1,9	8,7 - 5,7	0,17
La 3	11,6 \pm 1,6	8,9 - 13,9	0,12	9,5 \pm 2,4	9,5 - 6,0	0,12
La 4	12,2 \pm 1,8	8,2 - 15,1	0,13	9,7 \pm 2,3	9,7 - 6,7	0,19
La 5	10,2 \pm 2,6	5,6 - 15,3	0,17	6,3 \pm 2,1	6,3 - 3,7	0,17
Gl 1	4,9 \pm 1,1	3,0 - 6,7	0,15	5,6 \pm 1,1	5,6 - 3,7	0,15
Gl 2	5,5 \pm 1,1	3,4 - 7,1	0,18	6,4 \pm 1,3	6,4 - 3,9	0,17
Gl 3	6,5 \pm 1,0	5,4 - 8,3	0,16	7,0 \pm 1,6	7,0 - 4,8	0,19
Gl 4	7,9 \pm 1,2	6,0 - 10,1	0,10	7,4 \pm 1,6	7,4 - 5,0	0,15
Gl 5	9,2 \pm 2,0	5,8 - 12,5	0,13	7,6 \pm 1,4	5,6 - 5,0	0,08

Iz tablice 6 razvidno je da analiza distribucije rezultata putem Kolmogorov-Smirnovljevog testa za svaku izmjerenu varijablu potvrđuje da ne postoji značajna razlika distribucija rezultata navedenih varijabli u odnosu na teoretski normalne distribucije rezultata za sve primijenjene varijable. Granična vrijednost D_{\max} za $n = 15$ iznosi 0,33. Također je uočljiv razmjerno ravnomjeran raspon rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata za sve primijenjene varijable. Već se iz deskriptivnih parametara mogu uočiti razlike između hrvača višeg razreda kvalitete i hrvača nižeg razreda kvalitete ali daljnje analize će potvrditi značajnost ovih razlika.

9.2. DESKRIPTIVNI STATISTIČKI PARAMETRI ZA JUNIOSK UZRAST

Tablica 7 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) za sljedeće karakteristike hrvača juniorskog uzrasta (n 30): dob (god.), iskustvo (god.), masa (kg.) visina (cm.), Indeks tjelesne mase (ITM) i plasman na posljednjem državnom prvenstvu.

Varijabla	$AS \pm SD$	Min-Max
Dob	18,2 \pm 1,1	17,0 - 20,0
Iskustvo	6,2 \pm 2,9	1,0 - 12,0
Masa	76,2 \pm 15,7	55,0 - 120,0
Visina	176,9 \pm 8,2	160,0 - 193,0
ITM	24,2 \pm 3,2	19,0 - 32,2
Plasman	4,4 \pm 3,0	1,0 - 9,0

U tablici 7 možemo uočiti da je standardna devijacija za varijablu dob najniža i iznosi 1,1 što nam govori da su ispitanici malog raspona dobi (17 - 20 god.), dok je nešto viša standardna devijacija u varijabli plasman i varijabli iskustvo uzrokovana ciljanim sub-uzorkom juniora različite kvalitete, a veće vrijednosti standardnih devijacija varijabli: masa, visina i indeksa tjelesne mase uzrokovane su ciljanim sub-uzorkom kadeta različitih težinskih kategorija. To istu uočavamo i iz raspona rezultata minimalnog i maksimalnog rezultata.

Tablica 8 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) i vrijednost Kolmogorov- Smirnovljevog testa (Max D) za sljedeće varijable izmjerene kod juniora hrvača (n 30): razina laktata u krvi prije borbe (La 1), razina laktata u krvi nakon prve runde (La 2), razina laktata u krvi nakon druge runde (La 3), razina laktata u krvi nakon borbe (La 4) i razina laktata u krvi nakon oporavka od 5 minuta (La 5), razina glukoze u krvi prije borbe (Gl 1), razina glukoze u krvi nakon prve runde (Gl 2), razina glukoze u

krvi nakon druge runde (Gl 3), razina glukoze u krvi nakon borbe (Gl 4) i razina glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta (Gl 5), srčana frekvencija prije borbe (Hr 1), srčana frekvencija nakon prve runde (Hr 2), srčana frekvencija nakon druge runde (Hr 3), srčana frekvencija nakon borbe (Hr 4) i srčana frekvencija nakon oporavka od 5 minuta (Hr 5).

Varijabla	AS \pm SD	Min-Max	Max D
La 1	2,9 \pm 0,7	1,5 - 4,6	0,08
La 2	8,3 \pm 2,1	4,7 - 13,4	0,1
La 3	10,6 \pm 2,4	7,7 - 17,6	0,13
La 4	11,2 \pm 2,8	5,7 - 18,8	0,1
La 5	9,2 \pm 2,6	3,2 - 14,7	0,09
Gl 1	5,7 \pm 1,0	4,2 - 9,3	0,15
Gl 2	6,0 \pm 1,2	4,2 - 10,8	0,14
Gl 3	7,1 \pm 1,2	5,0 - 10,6	0,16
Gl 4	8,0 \pm 1,1	6,3 - 9,7	0,14
Gl 5	9,1 \pm 1,8	6,2 - 12,5	0,11
Hr 1	103 \pm 12,8	85 - 132	0,14
Hr 2	187 \pm 8,3	167 - 204	0,11
Hr 3	187 \pm 6,8	172 - 206	0,14
Hr 4	186 \pm 5,9	175 - 201	0,17
Hr 5	122 \pm 8,7	110 - 136	0,13

Iz tablice 8 vidimo da analiza distribucije rezultata putem Kolmogorov-Smirnovljevog testa za svaku izmjerenu varijablu potvrđuje da ne postoji značajna razlika distribucija rezultata navedenih varijabli u odnosu na teoretski normalne distribucije rezultata za sve primijenjene varijable. Granična vrijednost D max za n 15 iznosi 0,33. Također je uočljiv razmjerno ravnomjeran raspon rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata za sve primijenjene varijable.

9.2.1. Deskriptivni statistički parametri za juniorski uzrast s obzirom na težinske kategorije

Tablica 9 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) za sljedeće karakteristike juniora niže težinske kategorije (n 15) i juniora niže težinske kategorije (n 15): dob (god.), iskustvo (god.), masa (kg.) visina (cm.), Indeks tjelesne mase (ITM) i plasman na posljednjem državnom prvenstvu.

Varijabla	Više težinske kategorije		Niže težinske kategorije	
	$AS \pm SD$	Min-Max	$AS \pm SD$	Min-Max
Dob	18,3 \pm 1,2	17,0 - 20,0	18,0 \pm 1,0	17 - 20
Iskustvo	7,0 \pm 3,2	3,0 - 12,0	5,3 \pm 2,5	1,0 - 9,0
Masa	86,6 \pm 15,8	71,0 - 120,0	65,7 \pm 5,1	55 - 71
Visina	180 \pm 7,1	170 - 193	174 \pm 8,3	160 - 187
ITM	26,2 \pm 3,1	22,7 - 32,2	22,1 \pm 1,7	19 - 26,3
Plasman	4,4 \pm 3,2	1,0 - 8,0	4,5 \pm 2,9	1,0 - 9,0

Iz tablice 9 vide se deskriptivni statistički parametri kadeta niže i više težinske kategorije. Možemo uočiti da su u varijablama plasman i iskustvo nešto više vrijednosti standardne devijacije i da je nešto veći raspon između maksimalnog i minimalnog rezultata što je logično s obzirom da se unutar svakog subuzorka nalaze pripadnici različitih razreda kvalitete, ali standardna devijacija te maksimalni i minimalni rezultat u varijablama starost, masa, visina i indeks tjelesne mase, su normalnog raspona.

Tablica 10 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) i vrijednost Kolmogorov- Smirnovljevog testa (Max D) za sljedeće varijable izmjerene kod juniora nižih težinskih kategorija (n 15) i juniora viših težinskih kategorija (n 15): razina laktata u krvi prije borbe (La 1), razina laktata u krvi nakon prve runde (La 2), razina laktata u krvi nakon druge runde (La 3), razina laktata u krvi nakon borbe (La 4) i razina laktata u krvi

nakon oporavka od 5 minuta (La 5), razina glukoze u krvi prije borbe (Gl 1), razina glukoze u krvi nakon prve runde (Gl 2), razina glukoze u krvi nakon druge runde (Gl 3), razina glukoze u krvi nakon borbe (Gl 4) i razina glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta (Gl 5), srčana frekvencija prije borbe (Hr 1), srčana frekvencija nakon prve runde (Hr 2), srčana frekvencija nakon druge runde (Hr 3), srčana frekvencija nakon borbe (Hr 4) i srčana frekvencija nakon oporavka od 5 minuta (Hr 5).

Varijabla	Više težinske kategorije			Niže težinske kategorije		
	AS \pm SD	Min-Max	Max D	AS \pm SD	Min-Max	Max D
La 1	2,9 \pm 0,6	1,5 - 3,9	0,20	2,9 \pm 0,8	1,8 - 4,6	0,17
La 2	7,8 \pm 2,2	4,7 - 13,4	0,12	8,9 \pm 2,0	6,4 - 13,2	0,15
La 3	10,3 \pm 2,3	7,7 - 15,4	0,15	10,9 \pm 2,6	7,7 - 17,6	0,15
La 4	10,5 \pm 2,6	5,7 - 16,4	0,10	11,9 \pm 2,9	7,9 - 18,8	0,15
La 5	9,3 \pm 2,8	3,2 - 14,7	0,14	9,1 \pm 2,5	5,2 - 14,2	0,11
Gl 1	5,6 \pm 1,2	4,4 - 9,3	0,20	5,8 \pm 0,7	4,2 - 7,3	0,17
Gl 2	6,3 \pm 1,4	4,9 - 10,8	0,23	5,7 \pm 1,0	4,2 - 7,5	0,21
Gl 3	7,2 \pm 1,4	5,3 - 10,6	0,20	6,9 \pm 1,0	5,0 - 9,0	0,16
Gl 4	7,9 \pm 1,1	6,4 - 9,7	0,10	8,0 \pm 1,2	6,3 - 9,6	0,16
Gl 5	9,1 \pm 1,6	6,7 - 11,9	0,11	9,0 \pm 2,0	6,2 - 12,5	0,15

Iz tablice 10 vidi se da je analizom distribucije rezultata putem Kolmogorov-Smirnovljevog testa za svaku izmjerenu varijablu potvrđeno da ne postoji značajna razlika distribucija rezultata navedenih varijabli u odnosu na teoretski normalne distribucije rezultata za sve primijenjene varijable. Granična vrijednost D max za n 15 iznosi 0,33. Također je uočljiv razmjerno ravnomjeran raspon rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata za sve primijenjene varijable. Uočavaju se podjednaki rezultati standardne devijacija za hrvache nižih težinskih kategorija i hrvache viših težinskih kategorija, međutim tek će daljnje analize potvrditi postojanje eventualnih razlika.

9.2.2. Deskriptivni statistički parametri za juniorski uzrast s obzirom na razred kvalitete

Tablica 11 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) za sljedeće karakteristike juniora višeg razreda kvalitete (n 15) i kadeta nižeg razreda kvalitete (n 15): dob (god.), iskustvo (god.), masa (kg.) visina (cm.), Indeks tjelesne mase (ITM) i plasman na posljednjem državnom prvenstvu.

Varijabla	Viši razred kvalitete		Niži razred kvalitete	
	AS \pm SD	Min-Max	AS \pm SD	Min-Max
Dob	18,6 \pm 1,2	17,0 - 20,0	17,7 \pm 0,9	17,0 - 20,0
Iskustvo	8,5 \pm 1,9	4,5 - 12,0	3,8 \pm 1,6	1,0 - 8,0
Masa	80,3 \pm 20,1	59,0 - 120,0	72,1 \pm 8,3	55,0 - 90,0
Visina	177,5 \pm 11,0	160,0 - 193,0	176,3 \pm 4,0	170,0 - 187,0
ITM	25,5 \pm 3,6	20,5 - 32,2	22,8 \pm 2,2	19,0 - 28,7
Plasman	1,7 \pm 0,8	1,0 - 3,0	7,2 \pm 1,0	5,0 - 9,0

Iz tablice 11 vide se deskriptivni statistički parametri juniora višeg i nižeg razreda kvalitete. Možemo uočiti da su u varijablama masa, visina i indeks tjelesne mase nešto više vrijednosti standardne devijacije i da je nešto veći raspon između maksimalnog i minimalnog rezultata što je logično jer se unutar svakog subuzorka nalaze pripadnici različitih težinskih kategorija, ali standardna devijacija te maksimalni i minimalni rezultat u varijablama dob, iskustvo i plasman su očekivanog raspona s obzirom na uzorak jer se kvalitetniji hrvači dulje bave hrvanjem (8,5 prema 3,8 godina) i bolje su plasirani na državnom prvenstvu od hrvača nižeg razreda kvalitete (1,7. prema 7,2. mjesto).

Tablica 12 prikazuje deskriptivne statističke parametre: aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju ($AS \pm SD$) te minimalni i maksimalni rezultat (Min-Max) i vrijednost Kolmogorov- Smirnovljevog testa (Max D) za sljedeće varijable izmjerene kod juniora

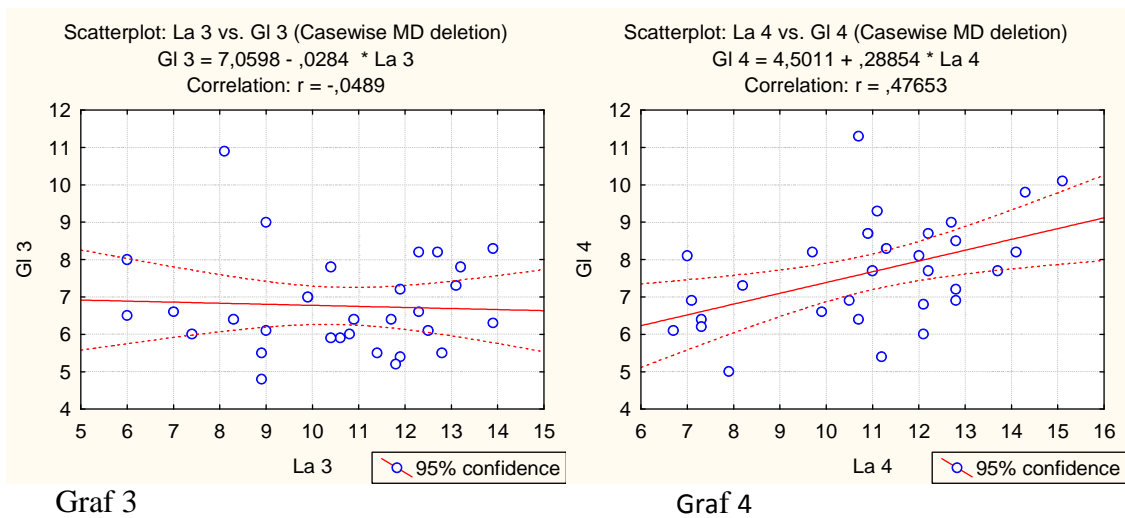
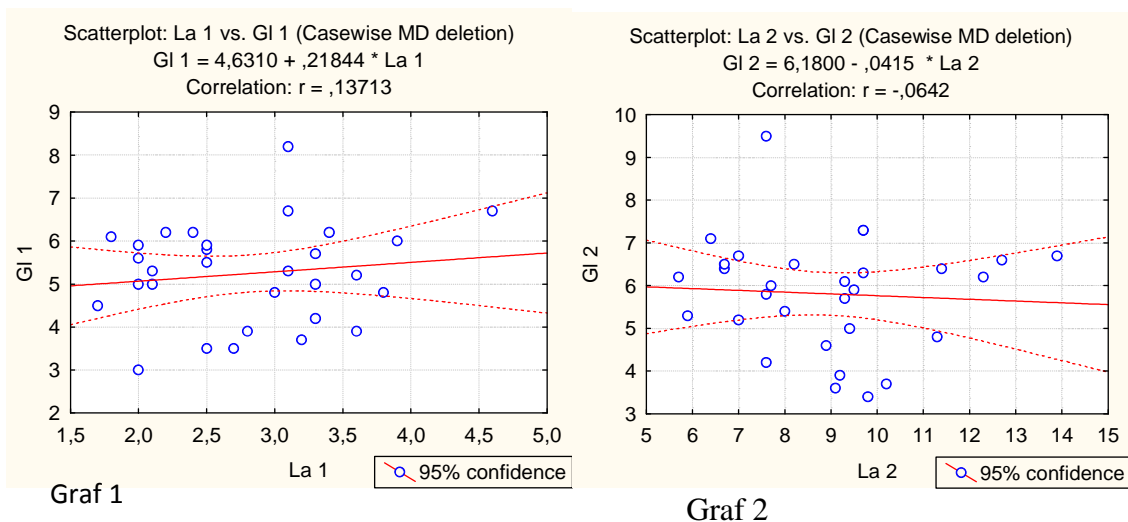
višeg razreda kvalitete (n 15) i juniora nižeg razreda kvalitete (n 15): razina laktata u krvi prije borbe (La 1), razina laktata u krvi nakon prve runde (La 2), razina laktata u krvi nakon druge runde (La 3), razina laktata u krvi nakon borbe (La 4) i razina laktata u krvi nakon oporavka od 5 minuta (La 5), razina glukoze u krvi prije borbe (Gl 1), razina glukoze u krvi nakon prve runde (Gl 2), razina glukoze u krvi nakon druge runde (Gl 3), razina glukoze u krvi nakon borbe (Gl 4) i razina glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta (Gl 5).

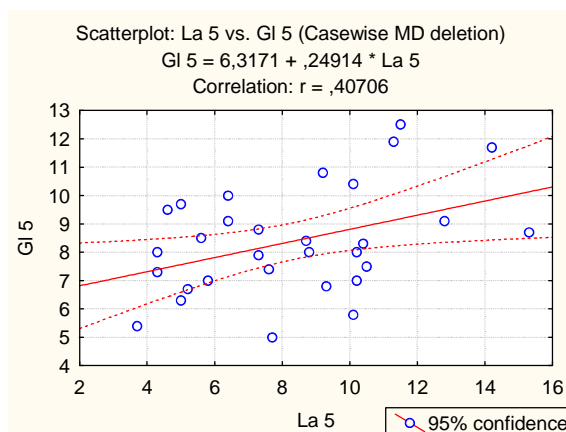
Varijabla	Viši razred kvalitete			Niži razred kvalitete		
	AS \pm SD	Min-Max	Max D	AS \pm SD	Min-Max	Max D
La 1	2,7 \pm 0,8	1,5 - 4,6	0,12	3,1 \pm 0,6	1,9 - 4,0	0,12
La 2	8,8 \pm 2,2	5,7 - 13,4	0,19	7,8 \pm 2	4,7 - 11,1	0,13
La 3	11,7 \pm 2,7	7,7 - 17,6	0,14	9,5 \pm 1,5	7,7 - 12,0	0,17
La 4	12,4 \pm 2,6	9,9 - 18,8	0,18	10 \pm 2,5	5,7 - 15,5	0,16
La 5	10,5 \pm 2,1	7,0 - 14,7	0,17	7,9 \pm 2,4	3,2 - 12,2	0,09
Gl 1	5,6 \pm 0,9	7,3 - 4,2	0,17	5,9 \pm 1,1	4,4 - 9,3	0,25
Gl 2	5,7 \pm 0,9	7,5 - 4,2	0,14	6,3 \pm 1,5	4,8 - 10,8	0,25
Gl 3	7,1 \pm 1,1	8,9 - 5,0	0,17	7,1 \pm 1,3	5,3 - 10,6	0,25
Gl 4	8,4 \pm 1,0	9,7 - 6,8	0,13	7,5 \pm 1,1	6,3 - 9,6	0,2
Gl 5	10,2 \pm 1,5	12,5 - 6,8	0,15	7,9 \pm 1,2	6,2 - 10,2	0,17

Iz tablice 12 vidimo da je analizom distribucije rezultata putem Kolmogorov-Smirnovljevog testa za svaku izmjerenu varijablu potvrđeno da ne postoji značajna razlika distribucija rezultata navedenih varijabli u odnosu na teoretski normalne distribucije rezultata za sve primijenjene varijable. Granična vrijednost D max za n 15 iznosi 0,33. Također je uočljiv razmjerno ravnomjeran raspon rezultata između minimalnog i maksimalnog rezultata za sve primijenjene varijable. Već se iz deskriptivnih parametara mogu uočiti razlike između hrvača višeg razreda kvalitete i hrvača nižeg razreda kvalitete, ali daljnje analize će potvrditi značajnost ovih razlika.

9.3. POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI ZA KADETSKI UZRAST

Grafovi 1,2,3,4 i 5 prikazuju matrice interkorelacije između razine uzorkovanih laktata i glukoze u svim mjerenjima u hrvanju kod kadetskog uzrasta.





Graf 5

Graf 1 prikazuje rezultate linearne korelacijske analize između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi prije borbe (nakon zagrijavanja). Iz grafa se vidi da nema statistički značajne korelacije između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi prije borbe ($r = 0,14$).

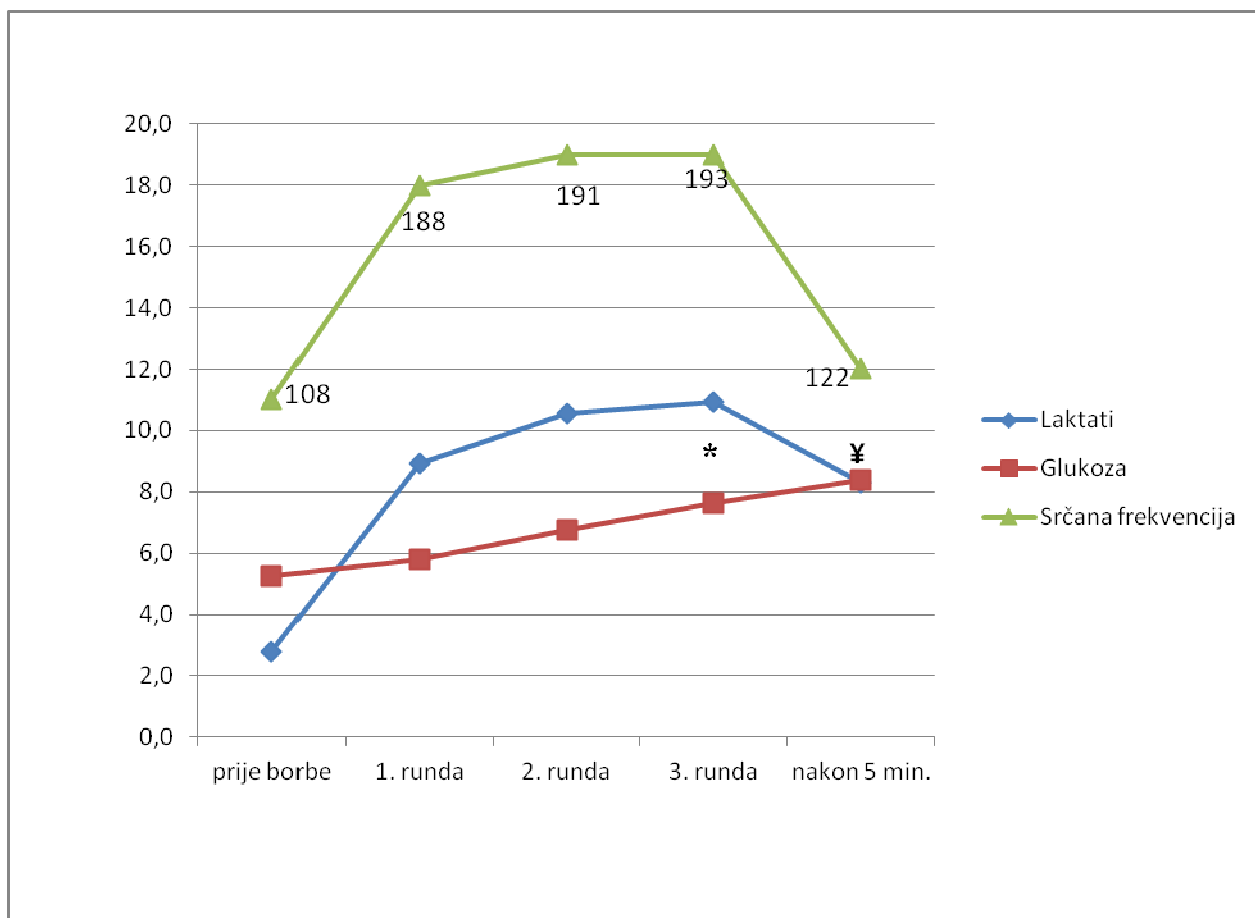
Iz grafa 2 se vide rezultati linearne korelacijske analize između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi izmjerenih nakon prve runde. Time je potvrđeno da nema statistički značajne korelacije između laktata i glukoze u ovoj točki mjerenja ($r = 0,06$).

Graf 3 prikazuje rezultate linearne korelacijske analize između razine laktata u krvi i razine glukoze u krvi izmjerenih nakon druge runde. Iz grafa se vidi da nema statistički značajne korelacije između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze nakon druge runde ($r = 0,05$).

Iz grafa 4 se vide rezultati linearne korelacijske analize između razine laktata u krvi i razine glukoze u krvi izmjerenih nakon borbe (nakon treće runde). Time je utvrđena statistički značajna korelacija između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze nakon borbe ($r = 0,48$).

U grafu 5 su prikazani rezultati linearne korelacijske analize između razine laktata u krvi i razine glukoze u krvi izmjerenih nakon pet minuta oporavka. Iz grafa se vidi da postoji statistički značajna korelacija između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi nakon pet minuta oporavka ($r = 0,41$).

Graf 6 prikazuje krivulje izmjerenih razina laktata u krvi, izmjerenih razina glukoze krvi i zabilježenih srčanih frekvencija u svim točkama mjerenja u hrvanju grčko-rimskim načinom kod kadetskog uzrasta te statističku značajnost korelacija između mjerenja.



*Statistički značajna korelacija u 4. mjerenju nakon borbe ($r = 0,48$).

¥Statistički značajna korelacija u 5. mjerenju nakon 5 minuta oporavka ($r = 0,41$)

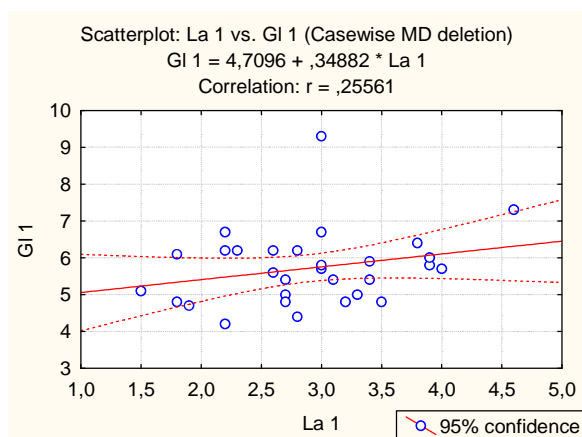
Zabilježene vrijednosti srčanih frekvencija su dodane grafu kao potvrda da se borbe odvijaju u zoni maksimalnih opterećenja te njihove vrijednosti neće ulaziti u statističku analizu povezanosti i razlika.

Iz grafa 6 se vidi je u prvom mjerenju prije borbe, a nakon zagrijavanja, izmjerena razina laktata u krvi $2,8 \pm 0,7$, razina glukoze u krvi $4,9 \pm 1,1$, te zabilježena srčana frekvencija 108 ± 12 . U tom mjerenju nije dobivena statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,14$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) izmjerena je razina laktata u krvi $8,9 \pm 2,0$, razina glukoze u krvi $5,8 \pm 1,3$, te zabilježena srčana frekvencija 188 ± 9 i vidimo da u tom mjerenju nema statistički

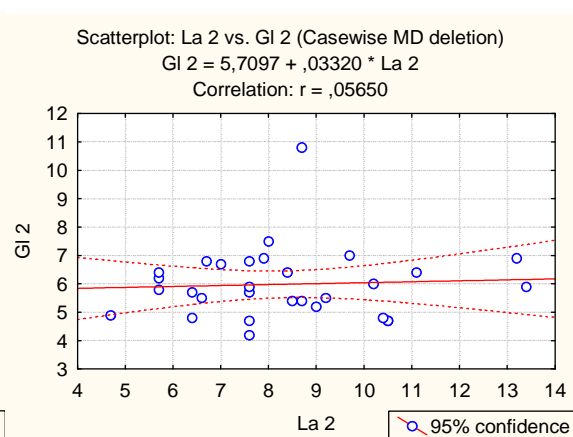
značajne korelacije između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,06$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) izmjerena je razina laktata u krvi $10,5 \pm 2,3$, razina glukoze u krvi $6,8 \pm 1,3$, te zabilježena srčana frekvencija 191 ± 7 i vidimo da u tom mjerenju nema statistički značajne korelacije između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,05$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde odnosno nakon borbe) izmjerena je razina laktata u krvi $10,9 \pm 2,4$, razina glukoze u krvi $7,7 \pm 1,4$, te zabilježena srčana frekvencija 192 ± 9 i vidimo da u tom mjerenju postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,48$). U zadnjem mjerenju (nakon pet minuta oporavka) izmjerena je razina laktata u krvi $8,3 \pm 3,1$, razina glukoze u krvi $8,4 \pm 1,9$, te zabilježena srčana frekvencija 122 ± 6 i vidimo da u tom mjerenju postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,41$).

9.4. POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI U JUNIORSKOM UZRASTU

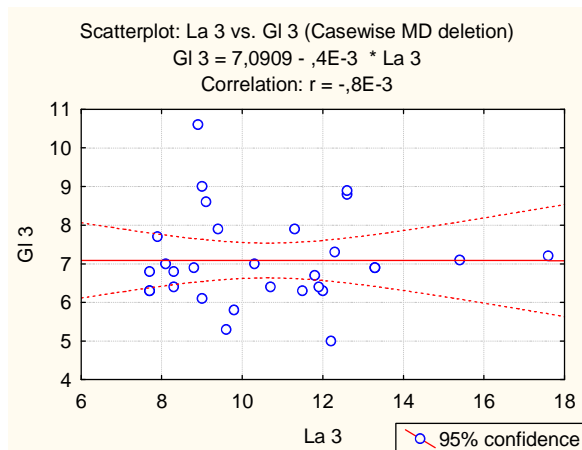
Graf 7,8,9,10 i 11 prikazuju matrice interkorelacije između razine uzorkovanih laktata i glukoze u svim mjerenjima u hrvanju kod juniorskog uzrasta.



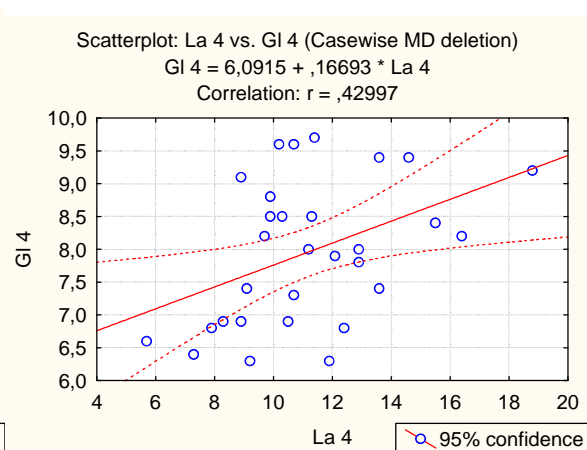
Graf 7



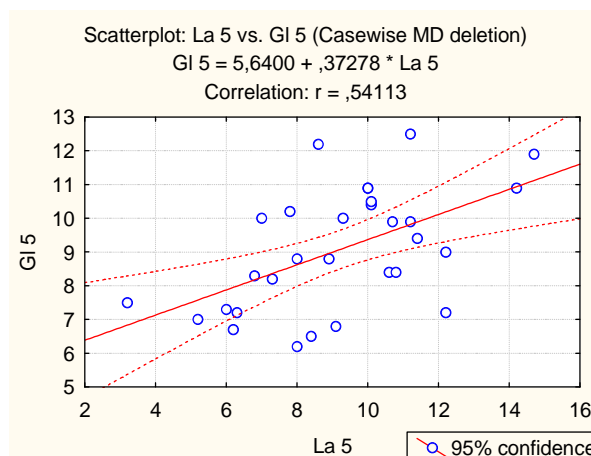
Graf 8



Graf 9



Graf 10



Graf 11

Graf 7 prikazuje rezultate linearne korelacijske analize između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi prije borbe (nakon zagrijavanja) za juniorski uzrast. Iz grafa se vidi da nema statistički značajne korelacije između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi prije borbe ($r = 0,28$).

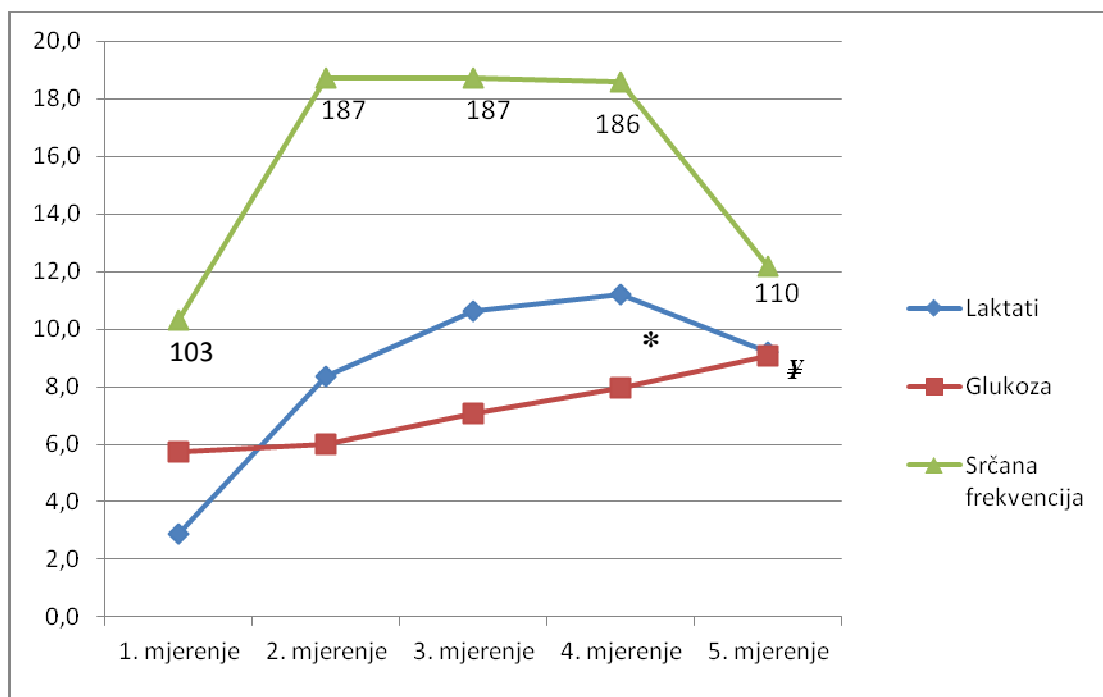
Iz grafa 8 se vide rezultati linearne korelacijske analize između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi testiranih nakon prve runde za juniorski uzrast. Iz grafa se vidi da nema statistički značajne korelacije između laktata i glukoze u ovoj točki mjerenja ($r = 0,06$).

Graf 9 prikazuje rezultate linearne korelacijske analize između razine laktata u krvi i razine glukoze u krvi izmjerenih nakon druge runde za juniorski uzrast. Iz grafa se vidi da nema statistički značajne korelacije između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze nakon druge runde ($r = -0,8E-3$).

Iz grafa 10 se vide rezultati linearne korelacijske analize između razine laktata u krvi i razine glukoze u krvi izmjerenih nakon borbe (nakon treće runde) za juniorski uzrast. Iz grafa se vidi da postoji statistički značajna korelacija između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze nakon borbe ($r = 0,43$).

U grafu 11 su prikazani rezultati linearne korelacijske analize između razine laktata u krvi i razine glukoze u krvi izmjerenih nakon pet minuta oporavka za juniorski uzrast. Iz grafa se vidi da postoji statistički značajna korelacija između izmjerene razine laktata u krvi i izmjerene razine glukoze u krvi nakon pet minuta oporavka ($r = 0,54$).

Graf 12 prikazuje krivulje izmjerenih razina laktata u krvi, izmjerenih razina glukoze u krvi i zabilježenih srčanih frekvencija u svim točkama mjerenja u hrvanju grčko-rimskim načinom kod juniorskog uzrasta te statističku značajnost korelacija između mjerenja.



*Statistički značajna korelacija u 4. mjerenju nakon borbe ($r = 0,43$).

¥ Statistički značajna korelacija u 5. Mjerenju nakon 5 minuta oporavka ($r = 0,54$)

Zabilježene vrijednosti srčanih frekvencija su dodane grafu kao potvrda da se borbe odvijaju u zoni maksimalnih opterećenja te njihove vrijednosti neće ulaziti u statističku analizu povezanosti i razlika.

Iz grafa 12 se vidi je u prvom mjerenju prije borbe a nakon zagrijavanja izmjerena razina laktata u krvi $2,9 \pm 0,7$, razina glukoze u krvi $5,7 \pm 1,0$ te zabilježena srčana frekvencija 103 ± 12 i vidimo da u tom mjerenju nema statistički značajne korelacije između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,25$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) izmjerena je razina laktata u krvi $8,3 \pm 2,1$ razina glukoze u krvi $6,0 \pm 1,2$ te zabilježena srčana frekvencija $187 \pm 8,3$ i vidimo da u tom mjerenju nema statistički značajne korelacije između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,05$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) izmjerena je razina laktata u krvi

10,6 \pm 2,4 razina glukoze u krvi 7,1 \pm 1,2 te zabilježena srčana frekvencija 187 \pm 6,8 i vidimo da u tom mjerenju nema statistički značajne korelacije između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = -0,8E-3$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde odnosno nakon borbe) izmjerena je razina laktata u krvi 11,2 \pm 2,8 razina glukoze u krvi 8,0 \pm 1,1 te zabilježena srčana frekvencija 186 \pm 5,9 i vidimo da u tom mjerenju postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,43$). U zadnjem mjerenju (nakon pet minuta oporavka) izmjerena je razina laktata u krvi 9,2 \pm 2,6 razina glukoze u krvi 9,1 \pm 1,8 te zabilježena srčana frekvencija 122 \pm 8,7 i vidimo da u tom mjerenju postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,54$).

9.5. RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE I DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U KADETSKOM UZRASTU

9.5.1. Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu

Tablica 13 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u vrijednostima izmjerenih laktata između skupine kadeta nižih težinskih kategorija (n 15) i skupine viših težinskih kategorija (n 15) u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.

		Niže težinske kategorije				Više težinske kategorije				
Varijable		La 2	La 3	La 4	La 5	La 1	La 2	La 3	La 4	La 5
Niže težinske kategorije	La 1	0,001 [¥]				0,54				
	La 2		0,04 [†]				0,66			
	La 3			0,30				0,79		
	La 4				0,001 [¥]				0,61	
	La 5									0,37
Više težinske kategorije	La 1						0,001 [¥]			
	La 2							0,001 [¥]		
	La 3								0,94	
	La 4									0,001 [¥]

[¥] Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete

[†] Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete

U tablici 13 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($2,7 \pm 0,8$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($2,9 \pm 0,6$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($9,3 \pm 2,4$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($8,5 \pm 1,5$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($10,6 \pm 2,7$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($10,5 \pm 1,8$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($11,2 \pm 2,7$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($10,6 \pm 2,0$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($8,6 \pm 3,2$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($8,0 \pm 2,9$).

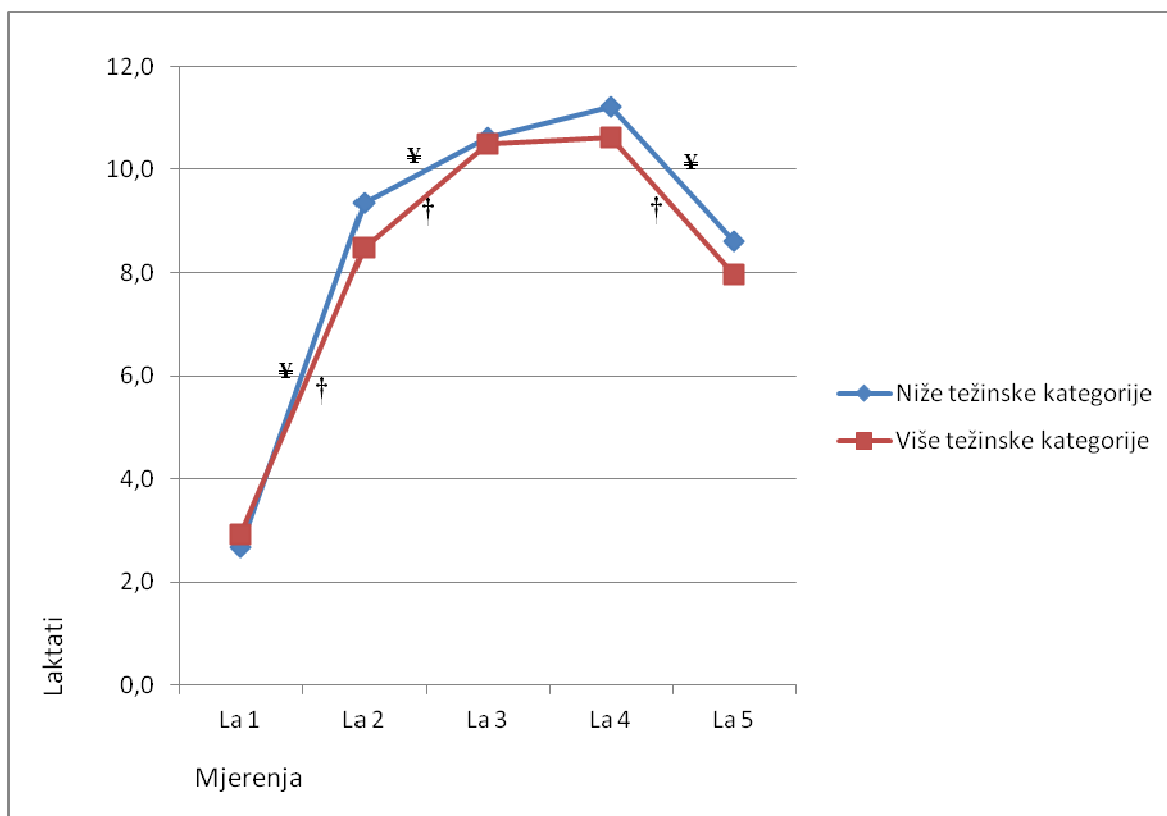
Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($2,7 \pm 0,8$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,3 \pm 2,4$) kod hrvača nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,3 \pm 2,4$) i trećeg mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,6 \pm 2,7$) kod hrvača nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,6 \pm 2,7$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($11,2 \pm 2,7$) kod hrvača nižih težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($11,2 \pm 2,7$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($8,6 \pm 3,2$) kod hrvača nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($2,9 \pm 0,6$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,5 \pm 1,5$) kod hrvača nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,5 \pm 1,5$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,5 \pm 1,8$) kod hrvača nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon

druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,5 \pm 1,8$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,6 \pm 2,0$) kod hrvača nižih težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,6 \pm 2,0$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($8,0 \pm 2,9$) kod hrvača nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Razina izmjerenih laktata u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 13 se mogu bolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 13.

Graf 13 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine kadeta nižih težinskih kategorija i skupine kadeta viših težinskih kategorija u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.



¥ Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta nižih težinskih kategorija i hrvača kadeta viših težinskih kategorija.

† Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta viših težinskih kategorija.

9.5.2. Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu

Tablica 14 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine kadeta lakih težinskih kategorija (n 15) i skupine teških težinskih kategorija (n 15) u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.

Varijable	Niže težinske kategorije				Više težinske kategorije				
	Gl 2	Gl 3	Gl 4	Gl 5	Gl 1	Gl 2	Gl 3	Gl 4	Gl 5
Niže težinske kategorije	Gl 1	0,04 [‡]			0,50				
	Gl 2		0,01 [‡]			0,97			
	Gl 3			0,001 [‡]			0,86		
	Gl 4				0,001 [‡]			0,45	
	Gl 5								0,001*
Više težinske kategorije	Gl 1					0,22			
	Gl 2						0,01 [‡]		
	Gl 3							0,03 [‡]	
	Gl 4								0,55

[‡] Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta iste težinske kategorije

[‡] Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta iste težinske kategorije

‡Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta iste težinske kategorije ($p < 0,05$).

U tablici 14 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($4,9 \pm 1,1$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($5,6 \pm 1,1$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($5,5 \pm 1,1$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($6,4 \pm 1,3$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($6,5 \pm 1,0$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($7,0 \pm 1,6$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($7,9 \pm 1,2$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($7,4 \pm 1,6$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta nižih težinskih kategorija ($9,2 \pm 2,0$) i hrvača kadetskog uzrasta viših težinskih kategorija ($7,6 \pm 1,4$).

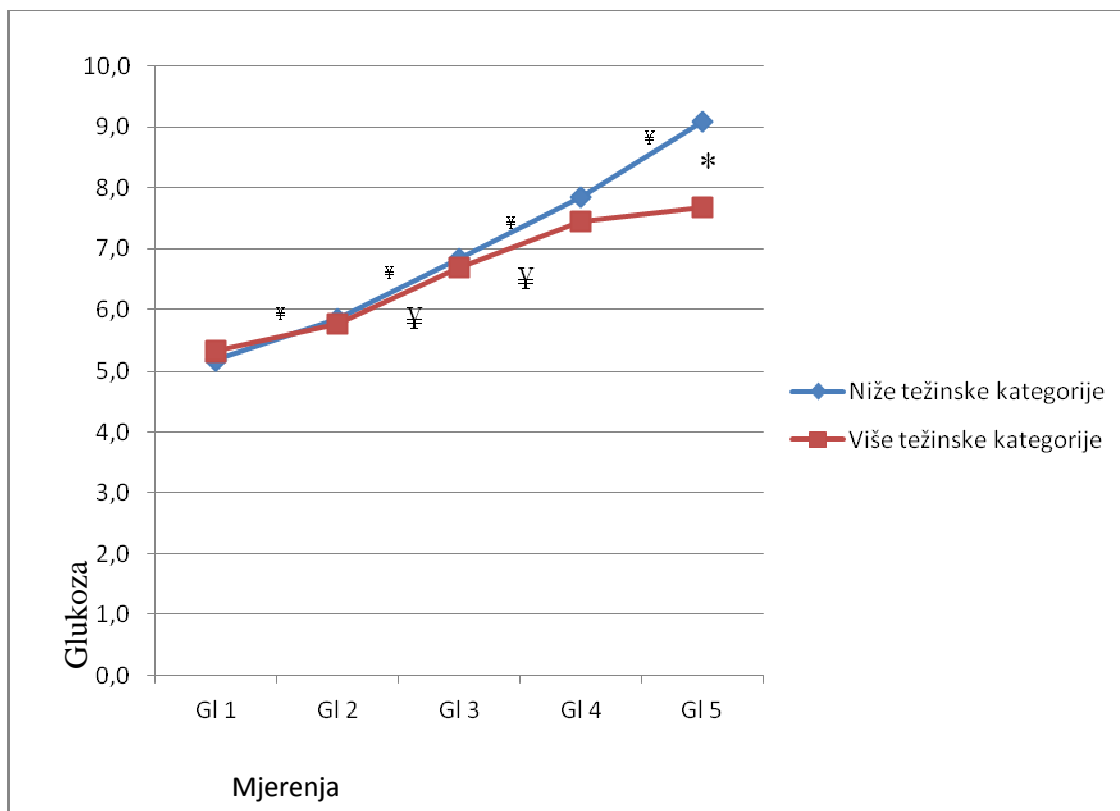
Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($4,9 \pm 1,1$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,5 \pm 1,1$) kod hrvača višeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,5 \pm 1,1$) i trećeg mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,5 \pm 1,0$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,5 \pm 1,0$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,9 \pm 1,2$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,9 \pm 1,2$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($9,2 \pm 2,0$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,6 \pm 1,1$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,4 \pm 1,3$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja

(nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,4 \pm 1,3$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,0 \pm 1,6$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,0 \pm 1,6$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,4 \pm 1,6$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,4 \pm 1,6$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,6 \pm 1,4$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Razina izmjerene glukoze u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 14 se mogu bolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 14.

Graf 14 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine kadeta lakših težinskih kategorija i skupine kadeta težih težinskih kategorija u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.



‡ *Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta lakih težinskih kategorija*

‡ *Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta lakih težinskih kategorija*

* *Statistički značajna razlika razine glukoze u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete.*

9.6. RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE I DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U KADETSKOM UZRASTU

9.6.1. Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu

Tablica 15 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine kadeta višeg razreda kvalitete i skupine kadeta nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze unutar svake skupine između različitih mjerenja.

Varijable	Viši razred kvalitete				Niži razred kvalitete				
	GI 2	GI 3	GI 4	GI 5	GI 1	GI 2	GI 3	GI 4	GI 5
Viši razred kvalitete	GI 1	0,10			0,20				
	GI 2		0,001 [¥]			0,07			
	GI 3			0,001 [¥]			0,38		
	GI 4				0,001 [¥]			0,31	
	GI 5								0,001*
Niži razred kvalitete	GI 1					0,01 [†]			
	GI 2						0,07		
	GI 3							0,21	
	GI 4								0,54

[¥]Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete

[†]Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete

*
Statistički značajna razlika razine glukoze u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete.

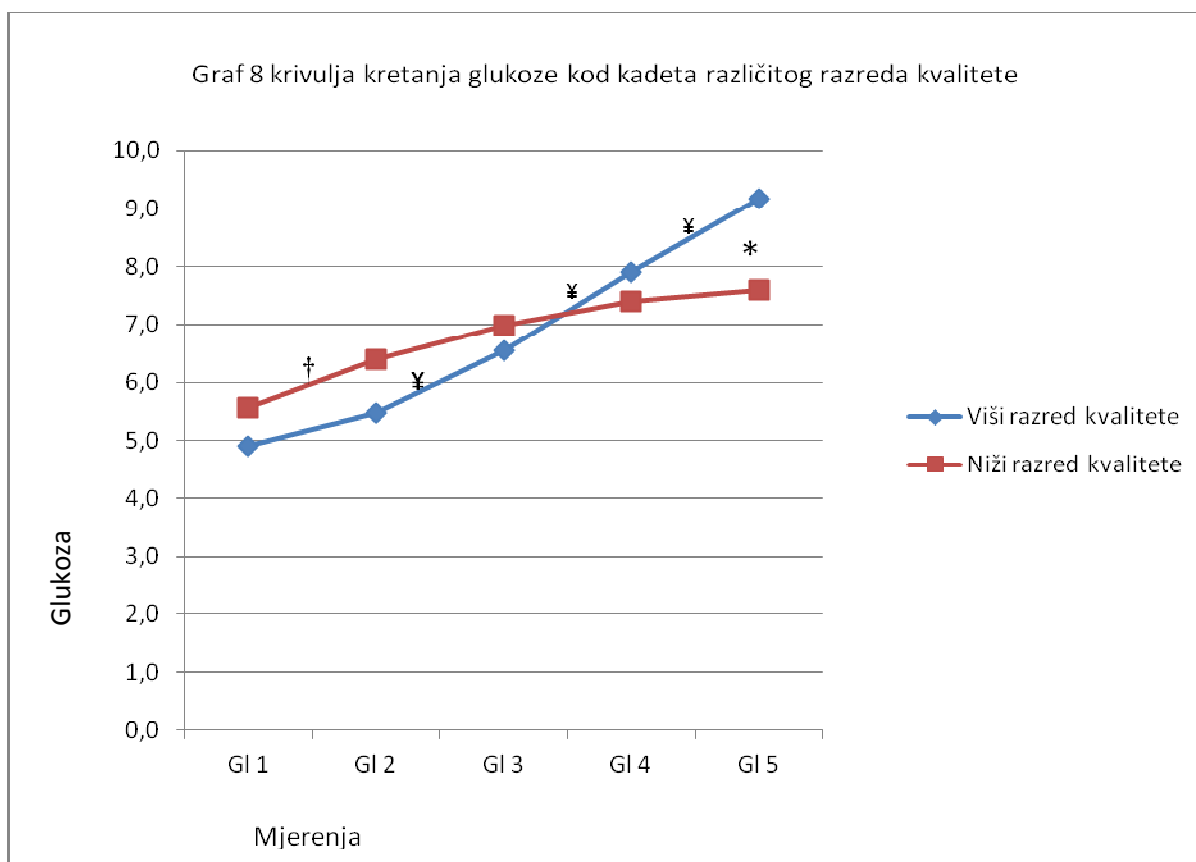
U tablici 15 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($4,9 \pm 1,1$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($5,6 \pm 1,1$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($5,5 \pm 1,1$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($6,4 \pm 1,3$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($6,5 \pm 1,0$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,0 \pm 1,6$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($7,9 \pm 1,2$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,4 \pm 1,6$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($9,2 \pm 2,0$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,6 \pm 1,4$). Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($4,9 \pm 1,1$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,5 \pm 1,1$) kod hrvača višeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,5 \pm 1,1$) i trećeg mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,5 \pm 1,0$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,5 \pm 1,0$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,9 \pm 1,2$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,9 \pm 1,2$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($9,2 \pm 2,0$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,6 \pm 1,1$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,4 \pm 1,3$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,4 \pm 1,3$) i trećeg mjerenja (nakon

druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,0 \pm 1,6$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,0 \pm 1,6$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,4 \pm 1,6$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,4 \pm 1,6$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,6 \pm 1,4$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Razina izmjerene glukoze u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 15 se mogu bolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 15.

Graf 15 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine kadeta višeg razreda kvalitete i skupine kadeta nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze unutar svake skupine između različitih mjerenja.



¥ Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete ($p > 0,001$)

† Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete ($p > 0,01$)

* Statistički značajna razlika razine glukoze u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete.

9.6.2. Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu

Tablica 16 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine kadeta višeg razreda kvalitete i skupine kadeta nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.

Varijable	Viši razred kvalitete				Niži razred kvalitete				
	La 2	La 3	La 4	La 5	La 1	La 2	La 3	La 4	La 5
Viši razred kvalitete	La 1	0,001¥			0,58				
	La 2		0,001¥			0,55			
	La 3			0,35			0,001*		
	La 4				0,001¥			0,001*	
	La 5								0,001*
Niži razred kvalitete	La 1					0,001¥			
	La 2						0,16		
	La 3							0,76	
	La 4								0,001¥

¥ Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete.

**Statistički značajna razlika razine laktata u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete.*

U tablici 16 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($2,6 \pm 0,6$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($3,0 \pm 0,8$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($9,1 \pm 2,2$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($8,7 \pm 1,9$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($11,6 \pm 1,6$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($9,5 \pm 2,4$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($12,2 \pm 1,8$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($9,7 \pm 2,3$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($10,2 \pm 2,6$) i hrvača kadetskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($6,3 \pm 2,1$).

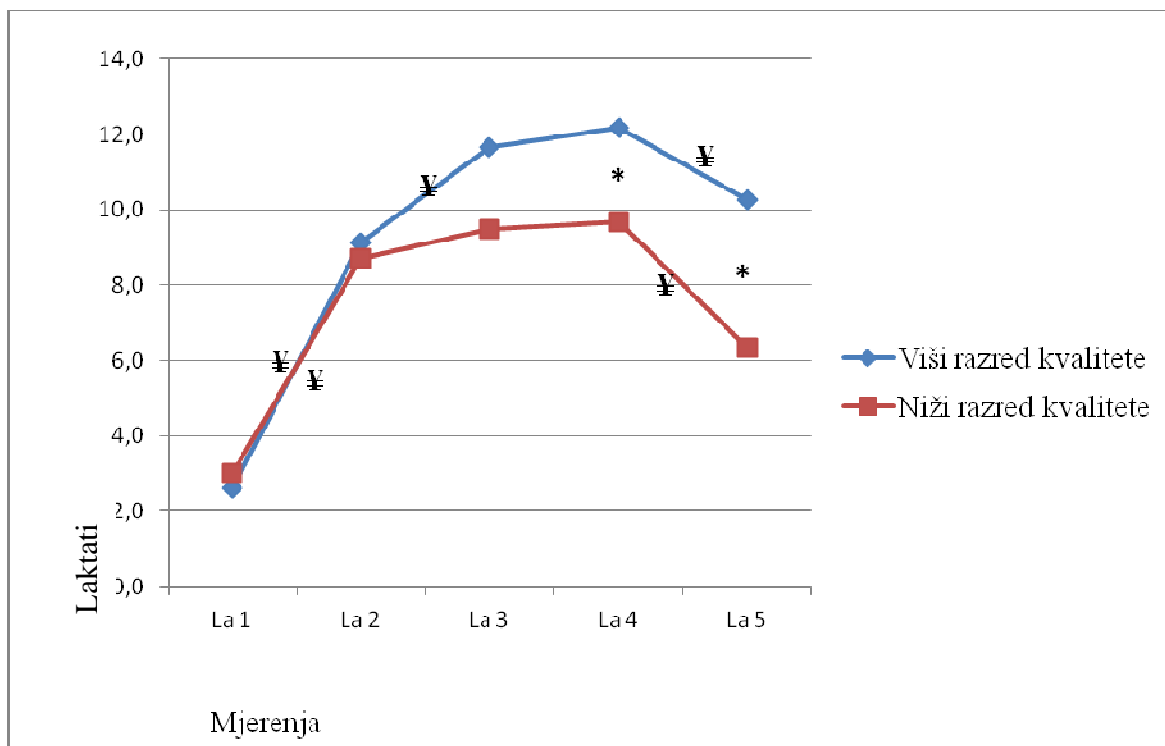
Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($2,6 \pm 0,6$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,1 \pm 2,2$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,1 \pm 2,2$) i trećeg mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($11,6 \pm 1,6$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($11,6 \pm 1,6$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($12,2 \pm 1,8$) kod hrvača višeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($12,2 \pm 1,8$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($10,2 \pm 2,6$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($3,0 \pm 0,8$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,7 \pm 1,9$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja

(nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,7 \pm 1,9$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,5 \pm 2,4$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,5 \pm 2,4$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,7 \pm 2,3$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,7 \pm 2,3$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($6,3 \pm 2,1$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Razina izmjerenih laktata u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 16 se mogbolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 16.

Graf 16 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine kadeta višeg razreda kvalitete i skupine kadeta nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.



Y Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača kadeta istog razreda kvalitete.

* Statistički značajna razlika razine laktata u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete.

9.7. RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U JUNIORSKOM UZRASTU

9.7.1. Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu

Tablica 17 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine juniora pripadnika nižih težinskih kategorija i skupine juniora pripadnika viših težinskih kategorija u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.

		Niže težinske kategorije				Više težinske kategorije				
Niže težinske kategorije	Varijable	La 2	La 3	La 4	La 5	La 1	La 2	La 3	La 4	La 5
	La 1	0,001 [¥]				0,98				
	La 2		0,001 [¥]				0,18			
	La 3			0,09				0,46		
	La 4				0,001 [¥]				0,08	
	La 5									0,83
Više težinske kategorije	La 1						0,001 [¥]			
	La 2							0,001 [¥]		
	La 3								0,79	
	La 4									0,05 [†]

¥ *Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora viših i nižih težinskih kategorija.*

† *Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora viših i nižih težinskih kategorija.*

U tablici 17 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($2,9 \pm 0,8$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($2,9 \pm 0,2$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($8,9 \pm 2,0$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($7,8 \pm 2,2$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($10,9 \pm 2,6$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($10,3 \pm 2,3$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($10,9 \pm 2,9$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($10,5 \pm 2,6$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($9,1 \pm 0,7$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($9,3 \pm 2,8$).

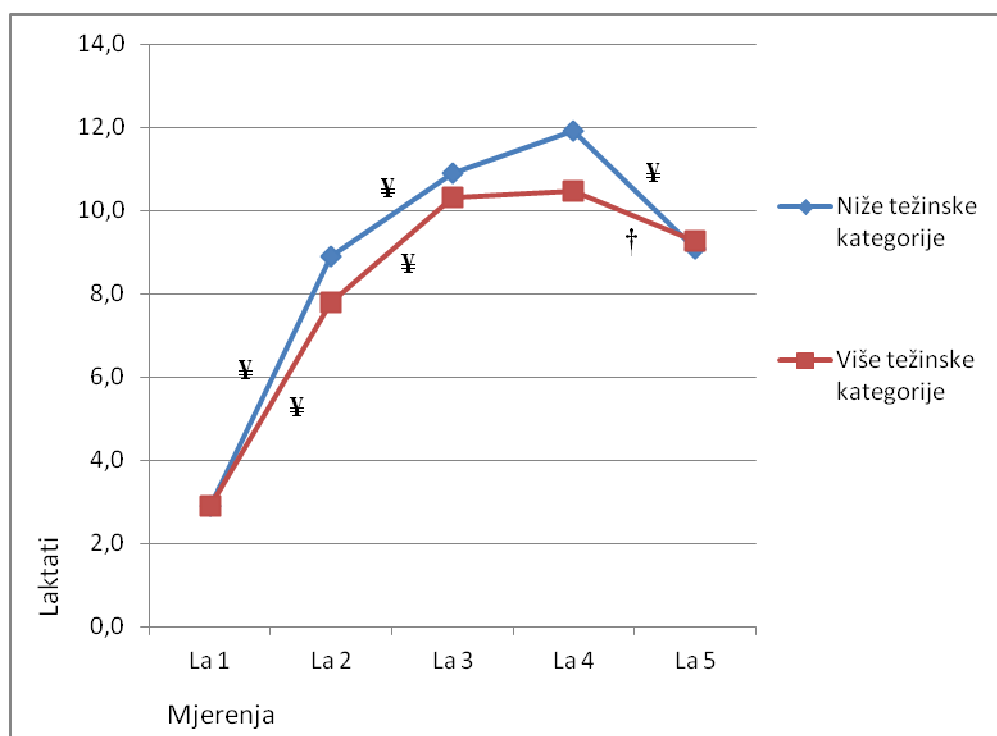
Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($2,9 \pm 0,8$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,9 \pm 2,0$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,9 \pm 2,0$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,9 \pm 2,6$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,9 \pm 2,6$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,9 \pm 2,9$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,9 \pm 2,9$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora)

izmjerene razine laktata u krvi ($9,1 \pm 0,7$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($2,9 \pm 0,2$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($7,8 \pm 2,2$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($7,8 \pm 2,2$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,3 \pm 2,3$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,3 \pm 2,3$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,5 \pm 2,6$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,5 \pm 2,6$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($9,3 \pm 2,8$) kod hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,01$).

Razina izmjerene laktata u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 17 se mogu bolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 17.

Graf 17 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine juniora višeg razreda kvalitete i skupine juniora nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.



¥ Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvča juniora viših i nižih težinskih kategorija ($p > 0,001$).

† Statistički značajan rast razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvča juniora viših i nižih težinskih kategorija ($p > 0,05$)

9.7.2. Razlike između dinamike glukoze u hrvčkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu

Tablica 18 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene Glukoze između skupine juniora nižih težinskih kategorija (n 15) i skupine juniora viših težinskih kategorija (n 15) u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.

		Niže težinske kategorije				Više težinske kategorije				
Niže težinske kategorije	Varijabla	Gl 2	Gl 3	Gl 4	Gl 5	Gl 1	Gl 2	Gl 3	Gl 4	Gl 5
	Gl 1	0,78				0,68				
	Gl 2		0,001 [¥]				0,25			
	Gl 3			0,01 [†]				0,56		
	Gl 4				0,01 [†]				0,91	
	Gl 5									0,77
Više težinske kategorije	Gl 1						0,10			
	Gl 2							0,01 [†]		
	Gl 3								0,07	
	Gl 4									0,001 [¥]

[¥] Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje.

[†] Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje.

U tablici 18 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($5,8 \pm 0,7$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($5,8 \pm 0,7$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($5,7 \pm 1,0$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($6,3 \pm 1,4$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($6,9 \pm 1,0$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($7,2 \pm 1,4$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između

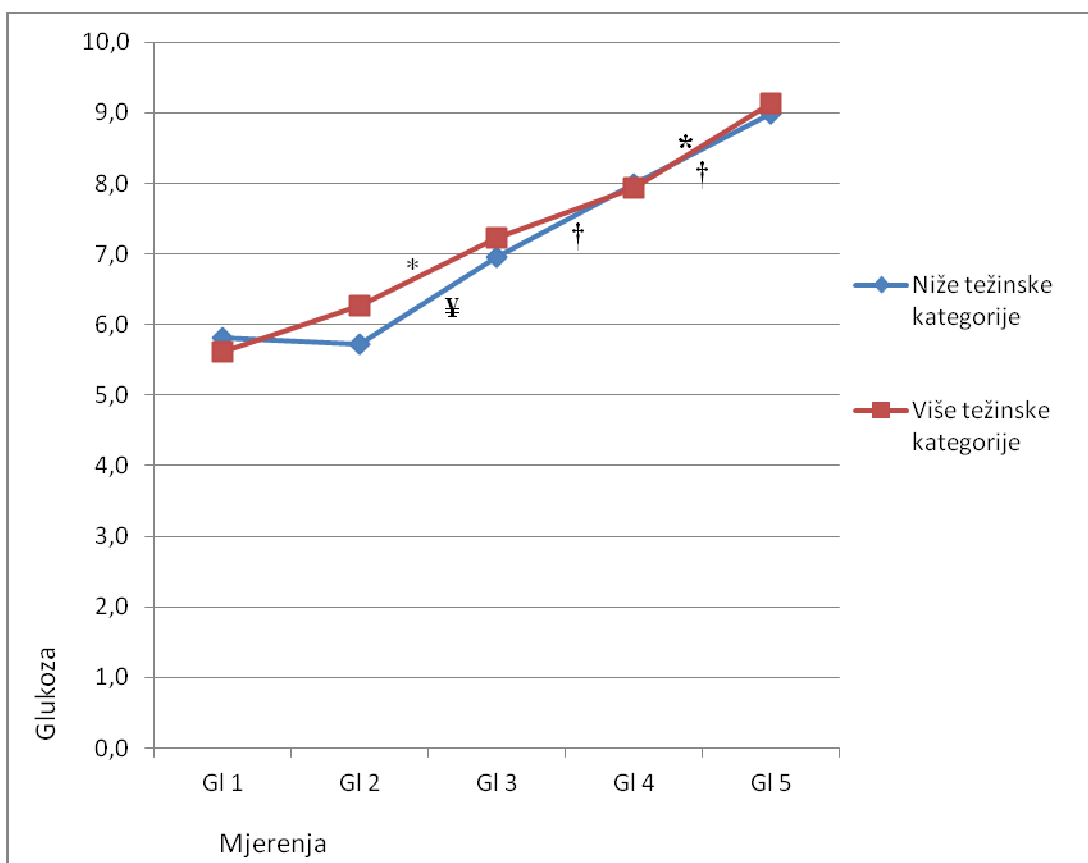
hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($8,0 \pm 1,2$) i hrvača kadetskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($7,9 \pm 1,1$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta pripadnika nižih težinskih kategorija ($9,0 \pm 2,0$) i hrvača juniorskog uzrasta pripadnika viših težinskih kategorija ($9,1 \pm 1,6$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,8 \pm 0,7$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,7 \pm 1,0$) kod hrvača juniora pripadnika nižih težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,7 \pm 1,0$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,9 \pm 1,0$) kod hrvača juniora pripadnika nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,9 \pm 1,0$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($8,0 \pm 1,2$) kod hrvača juniora pripadnika nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,01$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($8,0 \pm 1,2$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($9,0 \pm 2,0$) kod hrvača juniora pripadnika nižih težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,01$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,8 \pm 0,7$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,3 \pm 1,4$) kod hrvača juniora pripadnika viših težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,3 \pm 1,4$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,2 \pm 1,4$) kod hrvača juniora pripadnika viših težinskih kategorija postoji statistički značajna razlika ($p < 0,01$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,2 \pm 1,4$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,2 \pm 1,4$) kod hrvača juniora pripadnika viših težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,2 \pm 1,4$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($9,1 \pm 1,6$) kod hrvača juniora pripadnika viših težinskih kategorija nema statistički značajne razlike ($p < 0,001$).

Razina izmjerene glukoze u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 18 se mogu bolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 18.

Graf 18 Prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine juniora lakših težinskih kategorija i skupine juniora težih težinskih kategorija u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.



¥ Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora viših težinskih kategorija ($p > 0,001$).

‡ Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora viših težinskih kategorija ($p > 0,01$).

* Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora nižih težinskih kategorija ($p > 0,001$).

* Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora nižih težinskih kategorija ($p > 0,01$).

9.8. RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE I DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U JUNIORSKOM UZRASTU

9.8.1. Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu

Tablica 19 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine juniora višeg razreda kvalitete i skupine juniora nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.

		Viši razred kvalitete				Niži razred kvalitete				
Viši razred kvalitete	Varijable	La 2	La 3	La 4	La 5	La 1	La 2	La 3	La 4	La 5
	La 1	0,001*				0,67				
	La 2		0,001*				0,19			
	La 3			0,22				0,01 [†]		
	La 4				0,001*				0,001 [‡]	
Niži razred kvalitete	La 5									0,001 [‡]
	La 1						0,001*			
	La 2							0,001*		
	La 3								0,38	
	La 4									0,001*

* Statistički značajna razlika između dva mjerenja unutar svake skupine.

[‡] Statistički značajna razlika između hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete i hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete.

[†] Statistički značajna razlika između hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete i hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete.

U tablici 19 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($2,7 \pm 0,8$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($3,1 \pm 0,6$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($8,8 \pm 2,2$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,8 \pm 2,0$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,01$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($11,7 \pm 2,7$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($9,5 \pm 1,5$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($12,4 \pm 2,6$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($10,0 \pm 2,5$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerenih laktata u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($10,5 \pm 2,1$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,9 \pm 2,4$).

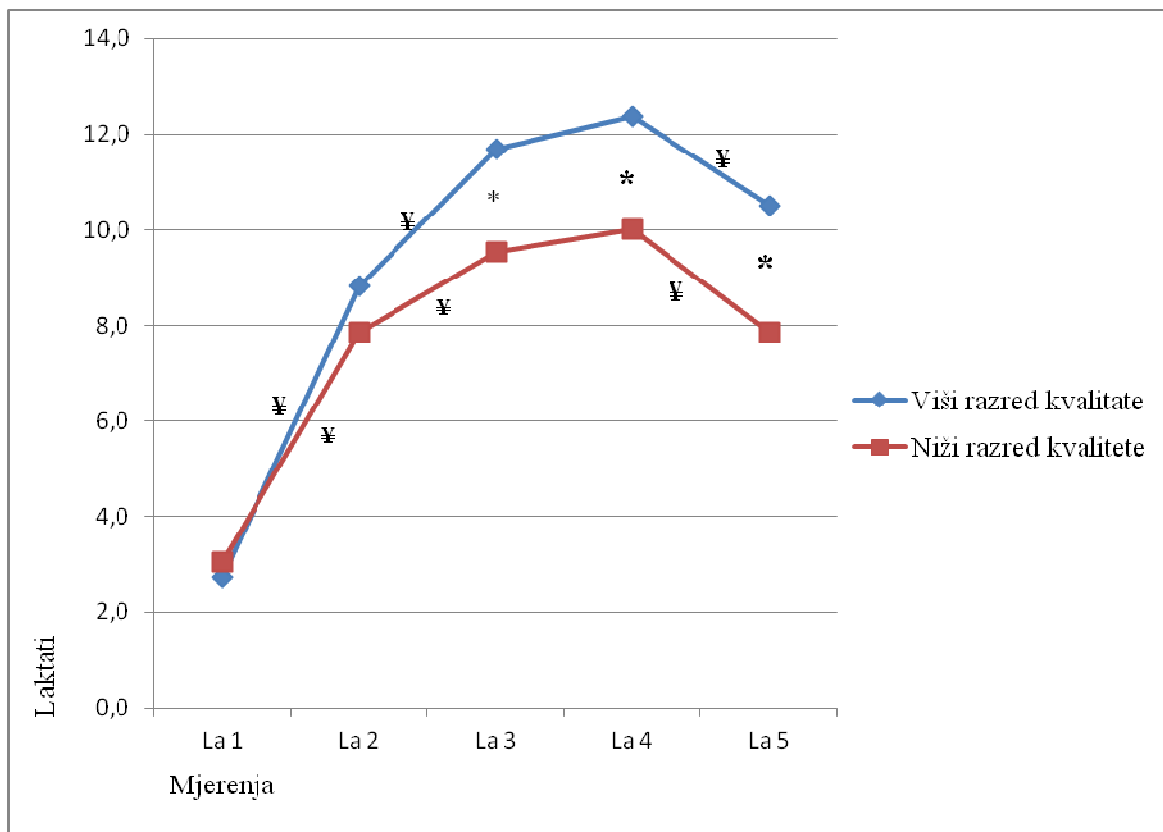
Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($2,7 \pm 0,8$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,8 \pm 2,2$) kod hrvača višeg razreda kvalitete juniorskog uzrasta postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($8,8 \pm 2,2$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($11,7 \pm 2,7$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($11,7 \pm 2,7$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($12,4 \pm 2,6$) kod hrvača višeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($12,4 \pm 2,6$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($10,5 \pm 2,1$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine laktata u krvi ($3,1 \pm 0,6$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($7,8 \pm 2,0$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete uzrasta juniori postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine laktata u krvi ($7,8 \pm 2,0$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,5 \pm 1,5$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja

(nakon druge runde) izmjerene razine laktata u krvi ($9,5 \pm 1,5$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,0 \pm 2,5$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine laktata u krvi ($10,0 \pm 2,5$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine laktata u krvi ($7,9 \pm 2,4$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Razina izmjerenih laktata u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 19 se mogbolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 19.

Graf 19 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata između skupine juniora višeg razreda kvalitete i skupine juniora nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerenih laktata unutar svake skupine između različitih mjerenja.



¤ Statistički značajna promjena razine laktata u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora istog razreda kvalitete ($p < 0,001$).

*Statistički značajna razlika razine laktata u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete ($p < 0,001$).

*Statistički značajna razlika razine laktata u krvi između hrvača kadeta višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete ($p < 0,01$).

9.8.2. Razlike između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu

Tablica 20 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine juniora višeg razreda kvalitete i skupine juniora nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze unutar svake skupine između različitih mjerenja.

		Viši razred kvalitete				Niži razred kvalitete				
Viši razred kvalitete	Varijable	GI 1	GI 2	GI 3	GI 4	GI 1	GI 2	GI 3	GI 4	GI 5
	GI 1	0,75				0,48				
	GI 2		0,001 [¥]				0,15			
	GI 3			0,001 [¥]				0,88		
	GI 4				0,001 [¥]				0,06	
Niži razred kvalitete	GI 5									0,001*
	GI 1						0,20			
	GI 2							0,02†		
	GI 3								0,13	
	GI 4									0,25

[¥]Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora višeg razreda kvalitete.

†*Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora nižeg razreda kvalitete.*

**Statistički značajna razlika razine glukoze u krvi između hrvača juniora višeg razreda kvalitete i hrvača kadeta nižeg razreda kvalitete.*

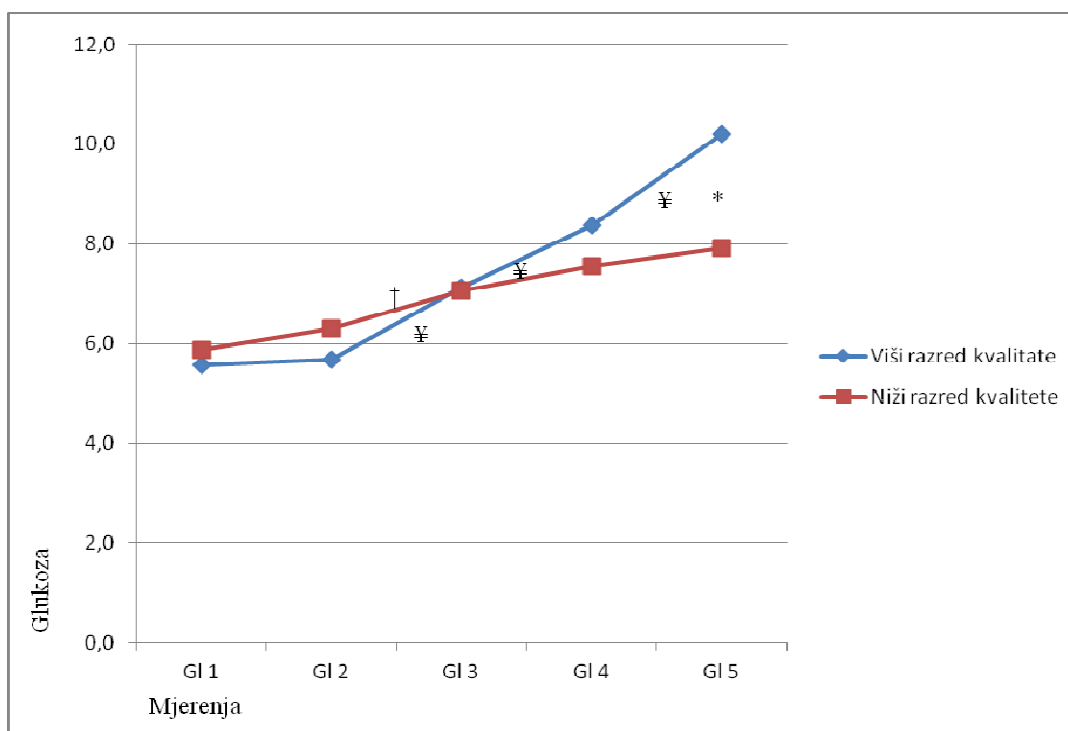
U tablici 20 se vidi da u prvom mjerenju (prije borbe) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($5,6 \pm 0,9$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($5,9 \pm 1,1$). U drugom mjerenju (nakon prve runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($5,7 \pm 0,9$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($6,3 \pm 1,5$). U trećem mjerenju (nakon druge runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($7,1 \pm 1,1$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,1 \pm 1,3$). U četvrtom mjerenju (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika ($p > 0,05$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($8,4 \pm 1,0$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,5 \pm 1,1$). U petom mjerenju (nakon pet minuta odmora) postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u razini izmjerene glukoze u krvi između hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete ($10,2 \pm 1,5$) i hrvača juniorskog uzrasta nižeg razreda kvalitete ($7,9 \pm 1,2$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,6 \pm 10,9$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,7 \pm 0,9$) kod hrvača višeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,7 \pm 0,9$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,1 \pm 1,1$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,1 \pm 1,1$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($8,4 \pm 1,0$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($8,4 \pm 1,0$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($10,2 \pm 1,5$) kod hrvača višeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$).

Između prvog mjerenja (prije borbe) izmjerene razine glukoze u krvi ($5,9 \pm 1,1$) i drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,3 \pm 1,5$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između drugog mjerenja (nakon prve runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($6,3 \pm 1,5$) i trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,1 \pm 1,3$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete postoji statistički značajna razlika ($p < 0,001$). Između trećeg mjerenja (nakon druge runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,1 \pm 1,3$) i četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,5 \pm 1,1$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Između četvrtog mjerenja (nakon treće runde) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,5 \pm 1,1$) i petog mjerenja (nakon pet minuta odmora) izmjerene razine glukoze u krvi ($7,9 \pm 1,2$) kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Razina izmjerene glukoze u krvi sa statistički značajnim razlikama (Fisherov LSD test) koje prikazuje tablica 6 se mogu bolje uočiti kroz krivulje prikazane u grafu 8.

Graf 20 prikazuje rezultate Fisherovog LSD testa koji je korišten u post hoc analizi nakon ANOVE za ponovljena mjerenja kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze između skupine juniora višeg razreda kvalitete i skupine juniora nižeg razreda kvalitete u svih pet mjerenja, te kako bi se ustanovile razlike u kretanjima razine izmjerene glukoze unutar svake skupine između različitih mjerenja.



[‡]*Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora višeg razreda kvalitete ($p > 0,001$).*

[†]*Statistički značajan rast razine glukoze u krvi u odnosu na prethodno mjerenje kod hrvača juniora nižeg razreda kvalitete ($p > 0,05$)*

^{*}*Statistički značajna razlika razine glukoze u krvi između hrvača juniora višeg razreda kvalitete i hrvača juniora nižeg razreda kvalitete ($p > 0,001$).*

9. RASPRAVA

U ovom poglavlju nalaze se objašnjenja i komentari dobivenih rezultata. Rasprava će biti vođena redoslijedom kojim su prikazani rezultati:

POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I GLUKOZE

Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u hrvačkoj borbi za kadetski uzrast.

Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u hrvačkoj borbi u juniorskom uzrastu.

Dodatak: Rasprava o povezanosti dinamike glukoze i laktata - usporedba kadetskog i juniorskog uzrasta

RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE ZA KADETSKI UZRAST

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu

RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE ZA JUNIORSKI UZRAST

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u juniorskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika između dinamike glukoze u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu

DODATAK: RASPRAVA O USPOREDBI REZULTATA KADETSKOG I JUNIORSKOG UZRASTA

Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike laktata u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na težinske kategorije.

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na težinske kategorije

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike laktata u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na razred kvalitete

Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na razred kvalitete

9.1. POVEZANOST DINAMIKE LAKTATA I GLUKOZE

9.1.1. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA POVEZANOSTI DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI ZA KADETSKI UZRAST

Hrvačka borba se u cijelosti odvija u zoni maksimalnih srčanih frekvencija, 90%-tnog u anaerobnog režima rada, te uz maksimalna i submaksimalna, statička i dinamička mišićna naprezanja. U tim okolnostima organizam proizvodi velike količine laktata: glikogen pohranjen u tkivu se pretvara u glukozu od koje dobivamo anaerobnim putem ATP, a piruvat u stanici na sebe veže dvije molekule vodika i tvori laktat. Laktat se difuzira iz stanice, te ulazi u krvotok zatim se radi ravnoteže raspoređuje po neaktivnim tkivima da bi se u konačnici Corijevim ciklusom pretvorio opet u glukozu. Na ovaj način dobivamo zatvoreni krug između laktata i glukoze. Kada u tkivu počne povećana potrošnja glikogena, organizam mobilizira glukozu iz njezinih depoa kako bi nadoknadio rezerve glikogena i priskrbio dodatnu glukozu za anaerobni rad, bez obzira što mišićna glikoliza ovisi o mišićnom glikogenu više nego o glukozu u krvotoku (Palleschi i suradnici 1990). Dakle, submaksimalni rad skeletne muskulature u trajanju od 1-10 min. rapidno troši glikogen, podiže razinu laktata u krvi i razinu glukoze u krvi. Brojni autori su zabilježili da se kod anaerobnog glikogenskog rada povećava razina laktata i glukoze u krvi (Jorfeldt i suradnici 1970, Lehmann i suradnici 1981, Van Hall i suradnici 2003, Loupos i suradnici 2008). Dosadašnja istraživanja su potvrdila korelaciju između glukoze i laktata u naporu višeg intenziteta i kraćeg trajanja (Simões i suradnici 1999, Sotero i suradnici 2009), no ako vježba potraje duže (sat vremena) razina glukoze raste ali razina laktata opada (Jorfeldt i suradnici 1970). Naime, u prvom mjerenju nije utvrđena statistički značajna korelacija prije borbe (nakon zagrijavanja). Takav rezultat je očekivan budući da se zagrijavanje odvija u aerobnim uvjetima (srčana frekvencija je 108 ± 12) pa razina laktata u krvi kod kadeta iznosi $2,8 \pm 0,7$ mmol/L (anaerobni prag je na dogovorenih 4 mmol/L). U aerobnim uvjetima glukoza se troši vrlo štedljivo i nema povećanog lučenja razina glukoze u krvi ($4,9 \pm 1,1$ mmol/L). Dakle u prvoj točki mjerenja prije borbe, a nakon zagrijavanja nema statistički značajne korelacije između razine glukoze i razine laktata u krvi ($r = 0,14$). Drugo mjerenje nakon prve runde podiže laktat za 6,1 mmol/L u odnosu na mjerenje prije borbe i njihova je vrijednost $8,9 \pm 2,0$. Visoki rast laktata nakon dvije minute borbe i prosječna srčana frekvencija od 188 ± 9 nam govore da je u prvoj rundi prvu rundu očigledno karakterizira visok tempo borbe. Glukoza nakon prve dvije minute borbe raste za 0,9 mmol/L i iznosi $5,8 \pm 1,3$, stoga iz tih rezultata, te iz krivulje u grafu 6 možemo

tvrditi da unatoč izrazito visokom tempu borbe: a) glukoza nije u prve dvije minute znatno porasla i b) nema statistički značajne korelacije između izmjerenih vrijednosti glukoze i laktata ($r = 0,06$). Nakon dodatne dvije minute borbe, odnosno nakon druge runde, u trećem mjerenju laktati su porasli za $1,6 \text{ mmol/L}$ i iznose $10,5 \pm 2,3$. Srčana frekvencija od 191 ± 7 nam govori da hrvači i dalje daju svoj maksimum, ali sve više crpe energiju i iz drugih energetske izvora. Glukoza u trećoj točki mjerenja raste za $1,0 \text{ mmol/L}$ i iznosi $6,8 \pm 1,3 \text{ mmol/L}$. Zanimljivo je da je trend glukoze u porastu a trend laktata u opadanju (zabilježen je znatno manji porast) što je vidljivo u grafu 6. Važno je također da nakon druge runde u trećoj točki mjerenja nema statistički značajne korelacije između razine laktata i razine glukoze u krvi ($r = 0,05$). Nakon borbe odnosno po završetku treće runde, izmjerena razina laktata je $10,9 \pm 2,4 \text{ mmol/L}$, što je samo za $0,4$ više nego u prethodnom mjerenju. Zabilježene su najviše srčane frekvencije od 192 ± 9 otkucaja u minuti što nam govori da su ispitanici dali svoj maksimum. Trend rasta vrijednosti glukoze je također u blagom opadanju i iznosi $7,7 \pm 1,4 \text{ mmol/L}$, što je za $0,9 \text{ mmol/L}$ više nego u prethodnom mjerenju. Nakon treće runde postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,48$). Možemo pretpostaviti da je potrebno neko vrijeme da se kod mladih hrvača stabiliziraju metabolički mehanizmi (otpuštanje deponirane glukoze, transport i oksidacija laktata) te da nakon 6 minuta borbe ova dva metabolita dolaze u korelaciju. Nakon pet minuta pasivnog odmora (u petom mjerenju), razina izmjerenih laktata u krvi iznosi $8,3 \pm 3,1 \text{ mmol/L}$ što je za $2,6 \text{ mmol/L}$ niže nego u prethodnom mjerenju. Srčana frekvencija se polako normalizira i iznosi 122 ± 6 otkucaja u minuti. Jedini metabolit koji je i dalje u porastu je glukoza $8,4 \pm 1,9 \text{ mmol/L}$, ali je trend rasta još više u opadanju, jer raste u odnosu na prethodno mjerenje za samo $0,7 \text{ mmol/L}$. Dosadašnja istraživanja ukazuju da glukoza raste i sat vremena nakon prestanka napora (Jorfeldt i suradnici 1970). Nakon petominutnog oporavka postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata i razine izmjerene glukoze u krvi ($r = 0,41$).

Ovo istraživanje je pokazalo da razina izmjerenih laktata i razina izmjerene glukoze u krvi nemaju statistički značajnu korelaciju prije borbe, nakon prve runde i nakon druge runde, ali statistički značajno koreliraju nakon treće runde i nakon odmora od pet minuta.

Hrvanje uzrokuje izraziti metabolički stres za organizam i adaptacija na takvu stresnu situaciju kod hrvača je svojevrsan trenažni fenomen (Kreamer i suradnici 2001.) a stabilizacija metabolita se očito događa tek pred kraj treće runde. Trema koju uzrokuje

borba, strah od poraza, strah od uzorkovanja krvi su emocije koje su pod kontrolom simpatičkog živčanog sustava. Lučenje hormona simpatičkog živčanog sustava je u korelaciji s razinom laktata i glukoze u krvi (Deuster i suradnici 1989). Možemo pretpostaviti da sukladno završetku borbe, psihički utjecaji postepeno slabe kao i lučenje hormona pod utjecajem simpatičkog živčanog sustava, što doprinosi stabilizaciji tjelesnih metabolita. Kod bolje treniranih hrvača hormonalni utjecaj je manji (Vigas i suradnici 1998), ali u ovom istraživanju obuhvatili smo i skupinu hrvača nižeg razreda kvalitete.

Ako je činjenica da su laktati indikator trenažnog opterećenja i da koreliraju s dužinom izvedbe (Bourdon i suradnici 2000), onda i razina izmjerene glukoze nakon hrvačke borbe i nakon petominutnog odmora može biti trenažni pokazatelj, kao što razina glukoze može biti prediktor nekih laktatnih stanja (Simões i suradnici 1999, Sotero i suradnici 2009).

Na temelju dobivenih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H1** - postoji značajna povezanost između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod kadeta.

9.1.2. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA POVEZANOSTI DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI U JUNIORSKOM UZRASTU.

Dobna razlika između dvaju uzoraka obuhvaćenih testiranjem je $15,4 \pm 0,5$ godina kod kadeta naprema $18,2 \pm 1,1$ kod juniora, što iznosi nešto manje od tri godine razlike među skupinama. Dosadašnja su istraživanja dokazala da nema razlike u razini laktata i glukoze u krvi kod različitih dobnih skupina u mirovanju (Lehmann i suradnici 1981), Tijekom vježbanja kod mlađih uzrasnih skupina izmjerene su niže vrijednosti laktata, no nema razlike u razini glukoze u krvi (Lehmann i suradnici 1981). Međutim, bitno je napomenuti da je razlika među skupinama u tom istraživanju bila čak 32 godine. Iz dostupnih istraživanja uočava se da nema eksperimentalnih radova kojima se analizira dinamika glukoze i laktata na sličnom uzorku ispitanika, pri sličnom opterećenju i sa sličnim protokolom. Interesantno je međutim, usporediti dobivene rezultate sa sličnim istraživanjima, provedenima u drugim sportovima. Tako na uzorku plivačica nisu pronađene razlike u razini laktata uvjetovane dobnom razlikom u naporu i oporavku, a kod glukoze su promjene vidljive iznad 60 godina starosti (Goldfarb i suradnici 1986). Istraživanje na uzorku djece od 7 do 17 godina nije pokazalo razlike u razini laktata pri vježbanju visokog intenziteta, već su se razlike pojavile samo u omjeru laktat-piruvata (Pianosi i suradnici 1995). Nešto viša razina razina laktata je izmjerena kod mladića od 16 godina u odnosu na dječake od 12 godina, te se smatra da je takva pojava uzrokovana bržim uklanjanjem laktata kod starije uzrasne skupine (Beneke i suradnici 2005). U većini istraživanja koja promatraju dobni utjecaj na dinamiku glukoze i laktata, istraživači se slažu da je dinamika laktata odnosno glukoze vrlo malo uvjetovana dobnom razlikom te se značajne razlike pojavljuju tek u zreloj životnoj dobi. Promjene uzrokovane dobnim razlikama u mišićnim oksidativnim kapacitetima i anaerobnom metabolizmu i dalje ostaju predmet rasprave (Ratel i suradnici 2010).

U prvom mjerenju, prije borbe, a nakon zagrijavanja za uzrast juniora razina laktata je iznosila $2,9 \pm 0,7$ mmol/L. U prvoj točki mjerenja laktati su blago povišeni kao i srčana frekvencija (103 ± 12), što je posljedica zagrijavanja, dok je razina glukoze u krvi iznosila $5,7 \pm 1,0$. Sve izmjerene vrijednosti blago odstupaju od vrijednosti zabilježenih u kadetskom uzrastu (razina laktata i glukoze je blago povišena, a srčana frekvencija je nešto

niža). U prvom mjerenju nema statistički značajne korelacije između razine izmjerenih laktata u krvi i razine izmjerene glukoze u krvi kod juniora ($r = 0,25$). U drugom mjerenju, nakon prve runde izmjerena je razina laktata u krvi $8,3 \pm 2,1$, što je za $5,4 \text{ mml/L}$ više nego u prethodnom mjerenju, uz činjenicu da je zabilježena srčana frekvencija $187 \pm 8,3$, što ukazuje na visok tempo borbe u prvoj rundi. Razina izmjerene glukoze iznosi $6,0 \pm 1,2 \text{ mml/L}$. U usporedbi sa mjerenjima kadeta, rezultati drugog mjerenja razine laktata, glukoze i srčanih frekvencija su slični. Nakon prve runde, nema statistički značajne korelacije između razine izmjerenih laktata i glukoze u krvi ($r = 0,05$), kao što je bio slučaj i kod hrvača kadetskog uzrasta. U ovom mjerenju bilježimo najveći rast razine laktata u krvi, što ukazuje na velik intenzitet rada u anaerobnim uvjetima (Bourdon, 2000). Ovakav porast laktata u samo dvije minute mogao bi biti uzrok poremećaju metabolita i izostanku korelacije između razine laktata i glukoze.

Nakon druge runde izmjerena razina laktata u krvi je $10,6 \pm 2,4 \text{ mml/L}$. Takav rast laktata u drugoj rundi je uobičajen za tu fazu borbe u hrvanju grčko-rimskim načinom (Karninčić i suradnici 2009 i 2010). Na temelju razine laktata možemo reći da je i u drugoj rundi prisutan visok tempo borbe što pokazuje i visoka srčana frekvencija od $187 \pm 6,8$. Razina glukoze nakon druge runde iznosi $7,1 \pm 1,2 \text{ mml/L}$ i u odnosu na prvu rundu, trend razine glukoze je u porastu. Trendovi metabolita su isti kao i kod hrvača kadetskog uzrasta. U mjerenju nakon druge runde nema statistički značajne korelacije između razine laktata i razine glukoze u krvi ($r = -0,00$).

Nakon treće runde, odnosno nakon borbe, razina laktata iznosila je $11,2 \pm 2,8 \text{ mml/L}$. Razina laktata nakon treće runde je za samo $0,6 \text{ mml/L}$ viša nego u prethodnoj rundi. Srčana frekvencija je još uvijek u zoni maksimalnih srčanih frekvencija i iznosi $186 \pm 5,9$ otkucaja u minuti. Razina glukoze i dalje raste te iznosi $8,0 \pm 1,1 \text{ mml/L}$. U ovoj točki mjerenja trendovi rasta oba metabolita su u silaznoj putanji što je zabilježeno i u kadetskom uzrastu. U četvrtoj točki mjerenja postoji statistički značajna korelacija između razine laktata i razine glukoze u krvi nakon borbe ($r = 0,43$).

U petom mjerenju nakon pet minuta oporavka poslije borbe razina laktata opada za 2 mml/L . Srčana frekvencija iznosi $122 \pm 8,7$ a razina glukoze raste za $1,1 \text{ mml/L}$. Sve vrijednosti su uobičajene za oporavak. Možemo pretpostaviti da u oporavku organizam i dalje mobilizira z glukoze sa ciljem da nadoknadi istrošene zalihe glikogena, te će glukoza biti povišena narednih sat vremena (Jorfeldt i suradnici 1970). S obzirom da se metaboliti

ponašaju očekivano za mjerenja u oporavku, za pretpostaviti je da su u međusobnoj korelaciji što dobiveni rezultati i potvrđuju, odnosno postoji statistički značajna korelacija između izmjerene razine laktata i izmjerene razine glukoze u krvi nakon oporavka od 5 minuta ($r = 0,54$).

Rezultati ovog istraživanja nam dokazuju da ne postoji statistički značajna korelacija između razine izmjerenih laktata i razine izmjerene glukoze u krvi prije borbe, nakon prve i nakon druge runde dok nakon treće runde i nakon pet minuta oporavka postoji statistički značajna korelacija.

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H2** - postoji značajna povezanost između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvачkoj borbi kod kadeta.

9.2. RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE ZA UZRAST KADETI

9.2.1. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U KADETSKOM UZRASTU

Normalna vrijednost laktata u mirovanju bi trebala biti između 1,5 i 2 mmol/L. Kod vježbanja niskog intenziteta, razina laktata ne bi trebala značajno rasti kod zdravih osoba. Zagrijavanje u borbama sportovima blago podiže razinu laktata te se vrijednosti kreću između 2,2 i 2,5 mmol/L (Eaton, prema Sterkowicz i suradnici 1997; Aziz i suradnici 2002; Ribero i suradnici 2007). Hrvatska runda traje dvije minute i hrvati treba biti na 100% svojih mogućnosti u samom startu borbe, ali zagrijavanje treba biti dobro dozirano, jer preintenzivno zagrijavanje može iscrpiti dio energetske zaliha koje nam poslije mogu nedostajati u borbi. Kod nižih težinskih kategorija nakon zagrijavanja, a prije borbe izmjerena je razina laktata u krvi $2,7 \pm 0,8$ mmol/L, dok je kod viših težinskih kategorija izmjerena razina laktata u krvi iznosila $2,9 \pm 0,6$. Dobiveni rezultati kod obje skupine su nešto viši od rezultata iz dosadašnjih istraživanja, što možemo objasniti činjenicom da su u tim istraživanjima mjerenja razine laktata izvršena na seniorskom uzorku. Mlađe uzrasne skupine, posebice ukoliko prvi put sudjeluju u ovakvom testiranju, mogu pokazivati dozu uzbuđenosti ili strah od vađenja krvi na testiranju što se kod seniora ne događa, a djelovanje simpatičkog živčanog sustava je u korelaciji s promjenama u razini laktata i glukoze (Deuster i suradnici 1989; Kjaer i suradnici 1991), stoga su ovakvi rezultati očekivani. Između skupina nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata u prvom mjerenju.

Nakon prve runde, izmjerene razine laktata u krvi statistički značajno rastu kod obje skupine ($p < 0,001$), te kod nižih težinskih kategorija iznose $9,3 \pm 2,4$ mmol/L a kod viših $8,5 \pm 1,5$ mmol/L. U judu je nakon 150 sekundi borbe zabilježena razina laktata od 10 mmol/L (Eaton, prema Sterkowicz i suradnici 1997), te je taj rezultat nešto viši, no kod tog je mjerenja i borba trajala 30 sekundi duže. Kod hrvata seniorskog uzrasta, zabilježena razina laktata u ovoj točki mjerenja iznosila je 9,2 mmol/L (Karninčić i suradnici 2010). Oba

rezultata su uobičajena za ovu točku mjerenja, te nema statistički značajnih razlika između nižih i viših težinskih kategorija u razini izmjerenih laktata nakon prve runde.

Nakon druge runde razina izmjerenih laktata kod nižih kategorija statistički značajno raste ($p < 0,05$) i iznosi $10,6 \pm 2,7$ mmol/L, a kod hrvača viših težinskih kategorija razina laktata također statistički značajno raste ($p < 0,001$) i iznosi $10,5 \pm 1,7$ mmol/L. Rezultati mjerenja su kod obje skupine uobičajeni za mjerenja kod hrvača nakon druge runde (Karninčić, 2009; 2010), te nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata između hrvača nižih i viših težinskih kategorija nakon druge runde. Četvrto mjerenje, odnosno razina izmjerenih laktata nakon treće runde kod nižih težinskih kategorija iznosi 11,2 mmol/L i nema statistički značajan porast u odnosu na prethodno mjerenje. Kod viših težinskih kategorija razina izmjerenih laktata u krvi iznosi 10,6 mmol/L i također nema statistički značajan porast u odnosu na prethodno mjerenje. Vrijednosti zabilježene u hrvanju i judu nakon borbe se kreću između 10 i 15 mmol/L (Marić, 1985; Nilson, 2002; Eaton, prema Sterkowicz, 1997; Karninčić, 2009; 2010). Veliki raspon rezultata u tim istraživanjima je uzrokovan različitim uvjetima mjerenja (primjerice trajanje borbe se kroz godine mjenjalo).

Ni nakon borbe nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata između skupine kadeta nižih težinskih kategorija i skupine kadeta viših težinskih kategorija. U zadnjem mjerenju nakon pasivnog odmora od pet minuta, kod obje skupine ispitanika razina laktata u krvi statistički značajno opada ($p < 0,001$). Pregledom dostupne literature možemo vidjeti da se autori nisu usuglasili koliko dugo razina laktata nakon vježbanja raste. Iako neki autori tvrde da laktati dosegnu svoj maksimum 5 minuta nakon vježbanja (Gollnick i suradnici 1986), ovdje prezentirano istraživanje pokazuje da je razina laktata nakon 5 minuta statistički značajno niža. Objašnjenje za ove nesuglasice može biti činjenica da su ostali istraživači testirali različite uzorke ispitanika. Može se pretpostaviti da je na uzorku hrvača pad laktata 5 minuta nakon borbe uzrokovan sposobnošću hrvača da se adaptiraju na izrazito anaerobno opterećenje (Kreamer i suradnici 1982; 2001). Obje skupine hrvača bilježe trend laktata koji je prisutan kod kvalitetnijih hrvača (Karninčić i suradnici 2009) $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test) što je potvrđeno i u ovom istraživanju kod obje uzrasne skupine.

U svim mjerenjima, pa tako ni u posljednjem, nema statistički značajnih razlika između razine laktata u krvi kod hrvača nižih i hrvača viših težinskih kategorija 1=1, 2=2, 3=3, 4=4, 5=5 (Fisher LSD test).

Možemo zaključiti da ne postoje statistički značajne razlike u razini laktata u hrvačkoj borbi kod kadeta viših i kadeta nižih težinskih kategorija.

9.2.2. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U KADETSKOM UZRASTU.

Dinamiku glukoze u naporu istraživali su mnogi autori i uglavnom su se bavili uzorkom ispitanika sa zdravstvenim tegobama. Na uzorku sportaša su uglavnom promatrali učinke raznih suplementacija na metabolizam glukoze. Primjetno je da je glavna istraživanja dinamiku glukoze provedena na takozvanim sportovima izdržljivosti. Dinamiku glukoze tijekom hrvačke borbe nitko nije zabilježio, izuzev Kreamera i suradnika (2000) koji su analizirali razinu glukoze prije i poslije hrvačkih borbi na simuliranom hrvačkom turniru. Glukoza u krvi je dokazano važan metabolit u tijeku vježbe, a naročito u fazama kada su rezerve glikogena niske (Coggan i suradnici 1991). Osim što u literaturi nema zabilježene dinamiku glukoze u hrvačkoj borbi, kao ni utjecaja tjelesne mase ili težinskih kategorija na dinamiku glukoze, također nema ni podataka o zabilježenoj dinamici glukoze u naporu za mlađe uzrasne kategorije. Činjenica je da razina glukoze ovisi o količini angažirane muskulature, jer kada se u vježbanju angažira više mišićnih skupina, razina kateholamina u plazmi se naglo poveća i mobilizira veće količine glukoze (Kjaer i suradnici 1991).

Prije borbe, a iza zagrijavanja, kod kadeta nižih težinskih kategorija zabilježena je razina glukoze od $5,2 \pm 1,1$ mmol/L, a kod viših težinskih kategorija $5,3 \pm 1,2$ mmol/L., što je slično vrijednostima izmjerenima prije borbe na uzorku seniora (5,4 mmol/L; Kreamer, 2000). Rezultati prvog mjerenja ne odstupaju od uobičajenih rezultata i nema statistički značajnih razlika u razini glukoze između skupine hrvača nižih i viših težinskih kategorija.

U drugom, trećem, četvrtom i petom mjerenju razina glukoze u krvi statistički značajno raste u odnosu na prethodno mjerenje $1 < 2 < 3 < 4 < 5$ (Fisher LSD test) kod hrvača nižih težinskih kategorija. Kod hrvača viših težinskih kategorija u svim narednim mjerenjima glukoza raste, ali statistički značajno u drugoj i trećoj rundi $1 = 2 < 3 < 4 = 5$ (Fisher LSD test). Ako usporedimo skupine, možemo primijetiti da nema statistički značajnih razlika između skupina osim u posljednjem mjerenju ($p < 0,001$), gdje hrvači nižih težinskih kategorija bilježe višu razinu izmjerene glukoze u krvi $1 = 1$, $2 = 2$, $3 = 3$, $4 = 4$ i $5 > 5$ (Fisher LSD test). Razlike između hrvača nižih težinskih kategorija i viših težinskih kategorija u petom mjerenju vjerojatno se kriju u činjenici da su hrvači nižih težinskih kategorija u prosjeku kvalitetniji od hrvača viših težinskih kategorija. Naime, već iz deskriptivnih parametara uočava se da je prosječni plasman hrvača nižih težinskih kategorija na prvenstvu Hrvatske

bolji u odnosu na hrvače viših težinskih kategorija. Ako znamo da intenzitet vježbanja direktno utječe na razinu glukoze (Friedlander i suradnici 1997; Kemppainen i suradnici 2002), a treningom utječemo na prag raspoložive glukoze (Friedlander i suradnici 1997), onda je vjerojatno da kvalitetniji hrvači koji dulje treniraju imaju različitu dinamiku metabolita.

Takva hipoteza će se testirati i u sljedećem poglavlju u kojem će se analizirati razlike između hrvača različite kvalitete.

Uspoređujući rezultate nakon borbe (u četvrtom mjerenju) sa onima izmjerenima kod seniora nakon prvog meča na turniru (Kreamer i suradnici 2000), uočava se da razina glukoze nakon borbe u ovom istraživanju odgovara uobičajenim vrijednostima glukoze nakon borbe u hrvanju.

Možemo zaključiti da ne postoje statistički značajne razlike u razini izmjerene glukoze, osim u posljednjem mjerenju kod hrvača kadetskog uzrasta, između viših i nižih težinskih kategorija 1=1, 2=2, 3=3, 4=4, 5>5 (Fisher LSD test).

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu H3:

Postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu.

9.2.3. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U KADETSKOM UZRASTU.

Dinamiku laktata u borbi prvi je zabilježio Eaton prema Sterkowicz i suradnici (1997) u judu. U pilot istraživanju koje je prethodilo ovoj disertaciji, usporedilo se dinamiku laktata hrvača različitog razreda kvalitete seniorskog uzrasta. Ostali istraživači koji su bilježili razinu laktata u hrvačkim sportovima nisu mjerili njihovu dinamiku u opterećenju.

U prvom mjerenju prije borbe, a nakon zagrijavanja, kod hrvača kadetskog uzrasta višeg razreda kvalitete zabilježena je vrijednost od $2,6 \pm 0,6$ mmol/L dok je kod hrvača nižeg razreda kvalitete zabilježena razina laktata od $3,0 \pm 0,8$ mmol/L. Zabilježene vrijednosti laktata nakon zagrijavanja u borilačkim sportovima kreću se između 2,2 i 2,5 mmol/L (Eaton prema Sterkowicz i suradnici 1997; Kreamer i suradnici 2000; Aziz i suradnici 2002; Ribero i suradnici 2007). Iz mjerenja razine laktata prije borbe kod hrvača kadetskog uzrasta vidimo da je ta razina blago povišena kod skupine hrvača nižeg razreda kvalitete. S obzirom da su se svi analizirani hrvači zagrijavali po istom protokolu, dobivene razlike nisu posljedica različitog zagrijavanja. Iz tablice 5 možemo vidjeti da su hrvači višeg razreda kvalitete iskusniji ($5,8 \pm 2,0$ godina treniranja) od hrvača nižeg razreda kvalitete ($2,9 \pm 1,4$ godina treniranja). Sukladno iskustvu imaju i veći broj natjecanja odnosno mečeva, pa je uzbuđenje i trema prije borbe sigurno veća kod neiskusnih hrvača. Povećanje razine hormona simpatičkog živčanog sustava (odgovornih za te emocije) je u korelaciji s razinom metabolita poput glukoze i laktata u krvi (Deuster i suradnici 1989; Vigas i suradnici 1998). Možemo stoga pretpostaviti da su blago povišeni laktati u prvom mjerenju, posljedica većeg uzbuđenja pred borbu manje iskusnih hrvača.

Niti u drugom mjerenju, nakon prve runde, nema statistički značajnih razlika između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete kadetskog uzrasta. Kod hrvača višeg razreda kvalitete zabilježen je porast za 6,5 mmol/L i iznosi $9,1 \pm 2,2$ mmol/L, dok je kod hrvača nižeg razreda kvalitete razina laktata u krvi porasla za 5,7 mmol/L i sada iznosi $8,7 \pm 1,9$ mmol/L. Kod obje skupne, laktati statistički značajno rastu u odnosu na prethodno mjerenje ($p < 0,001$), što je uobičajeno za tu fazu borbe u hrvanju grčko-rimskim načinom.

Razina izmjerenih laktata nakon druge runde kod skupine hrvača višeg razreda kvalitete iznosi $11,6 \pm 1,6$ mmol/L što je statistički značajan porast u odnosu na prethodnu rundu ($p < 0,001$) dok kod hrvača nižeg razreda kvalitete razina laktata ne raste statistički značajno i iznosi $9,5 \pm 2,4$ mmol/L. Hrvači višeg razreda kvalitete su u drugoj rundi uložili veći anaerobni rad te podigli razinu laktata za 2,5 mmol/L, dok su hrvači nižeg razreda uspjeli podići razinu laktata za 0,5 mmol/L. Bez obzira je li uzrok ovome nedostatak energenata u organizmu ili loš raspored energetske resursa kroz borbu, nemogućnost podizanja laktata nakon druge runde specifična je za hrvače lošije kvalitete (Karninčić i suradnici 2009). U mjerenju laktata nakon druge runde postoje statistički značajne razlike ($p < 0,001$) između ove dvije skupine hrvača.

U mjerenju laktata nakon borbe kod hrvača višeg razreda kvalitete izmjerena je razina laktata $12,2 \pm 1,8$ mmol/L što je svega 0,6 mmol/L više nego u prethodnom mjerenju, pa nema statistički značajnog rasta laktata. Kod hrvača nižeg razreda kvalitete ni nakon treće runde nema statistički značajnog porasta razine laktata u krvi. Razina laktata raste za 0,2 mmol/L i iznosi $9,7 \pm 2,3$. Bez obzira što nije došlo do statistički značajnog porasta laktata nakon treće runde kod obje skupine hrvača, trend rasta laktata je niži kod hrvača nižeg razreda kvalitete, te i u ovom mjerenju postoji statistički značajna razlika u razini izmjerenih laktata između dvije skupine hrvača. Razine laktata dobiveni nakon borbe kod hrvača kadetskog uzrasta nešto su niži od rezultata zabilježenih kod seniora u hrvanju i judu nakon borbe koji se kreću između 10 i 15 mmol/L (Marić i suradnici 1985; Nilson i suradnici 2002; Eaton prema Sterkowicz i suradnici 1997; Karninčić i suradnici 2009; 2010). Iako su kod mlađih uzrasnih skupina zabilježene niže razine laktata u krvi (Lehmann i suradnici 1981) razlike u visini laktata mogu biti uzrokovane različitostima u protokolu istraživanja, u duljini trajanje borbe i u različitim uvjetima borbe (temperatura, vrsta natjecanja, doba dana).

U posljednjem mjerenju laktata nakon 5 minuta oporavka kod obje skupine zabilježen statistički značajan pad razine laktata ($p < 0,001$), kod hrvača višeg razreda kvalitete za 2,0 mmol/L i iznosi $10,2 \pm 2,6$, a kod hrvača nižeg razreda kvalitete razina laktata opada za 3,4, te iznosi $6,3 \pm 2,1$. I u posljednjem mjerenju postoji statistički značajna razina laktata u krvi između ove dvije skupine hrvača ($p < 0,001$). Moguće je konstatirati trend laktata kod hrvača višeg razreda kvalitete $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test), kao i trend kod hrvača nižeg razreda kvalitete $1 < 2 = 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test). Uspoređujući trendove u ovom istraživanju i trendove u sličnom istraživanju na uzorku seniora (Karninčić i suradnici

2009) uočavaju se iste zakonitosti. Statistički značajne razlike postoje u trećem četvrtom i petom mjerenju između hrvača različitog razreda kvalitete u kadetskom uzrastu. Laktatne krivulje su slične samo između prva dva mjerenja te možemo zaključiti da hrvači nižeg razreda kvalitete imaju energetske potencijale za jednu rundu hrvanja u visokom ritmu. Ovo istraživanje potvrđuje tezu da su anaerobni energetske potencijali bitan faktor hrvačke borbe i da oni mogu razlikovati hrvače po kvaliteti.

Uvidom u rezultate $1=1$, $2=2$, $3<3$, $4<4$, $5<5$ (Fisher LSD test) vidimo da postoje statistički značajne razlike između hrvača višeg i hrvača nižeg razreda kvalitete u kadetskom uzrastu.

9.2.4. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U KADETSKOM UZRASTU

Razlike u kretanjima glukoze između hrvača različitog razreda kvalitete je očekivan jer intenzitet vježbanja direktno utječe na razinu glukoze. Drugim riječima, treningom smanjujemo razinu otpuštene glukoze za određeni mišićni rad, ali i mijenjamo prag raspoložive glukoze. (Friedlander i suradnici 1997). Potrošnja glukoze je dokazano niža u dobro treniranih osoba, stoga je hiperglikemija kod takvih osoba posljedica niže potrošnje, a ne veće proizvodnje glukoze (Coggan i suradnici 1995). Hrvanje je po svojoj strukturi specifično i razlikuje se od primijenjenih operatora korištenih u navedenim istraživanjima. Nadalje, dostupna istraživanja su analizirala seniorski uzrast, dok se u ovom istraživanju obrađuju mlađe uzrastne kategorije. S obzirom da glukoza pripada istom metabolizmu kao i laktati, za očekivati je da će u borbi vladati slični obrasci onima utvrđenima za laktate. Razina izmjerene glukoze u prvom mjerenju prije borbe, a nakon zagrijavanja kod hrvača višeg razreda kvalitete kadetskog uzrasta, iznosi $4,9 \pm 1,1$ mmol/L, a kod hrvača nižeg razreda kvalitete je $5,6 \pm 1,1$ mmol/L. Iako je razina glukoze kod hrvača nižeg razreda kvalitete nešto viša, nema statistički značajne razlike nakon zagrijavanja između hrvača višeg razreda kvalitete i hrvača nižeg razreda kvalitete u kadetskom uzrastu. U drugom mjerenju, kod hrvača višeg razreda kvalitete razina glukoza raste za 0,6 mmol/L i iznosi $5,5 \pm 1,1$ mmol/L. Kod hrvača nižeg razreda kvalitete razina glukoze raste za 0,8 mmol/L, te je taj rast statistički značajan na razini $p < 0,01$. Kao i u prethodnom mjerenju, između grupa nema statistički značajnih razlika u razini izmjerene glukoze. Nakon prve runde situacija s trendom glukoze se mijenja. Tako skupina hrvača nižeg razreda kvalitete, koja je u prvim dvaju mjerenjima imala viši trend rasta glukoze, u narednim mjerenjima ima niži trend rasta od skupine hrvača višeg razreda kvalitete. U trećem mjerenju, nakon druge runde, kod hrvača višeg razreda kvalitete razina glukoze u krvi raste za 1,0 mmol/L i iznosi $6,5 \pm 1,0$ mmol/L, što je statistički značajno ($p < 0,001$), dok kod hrvača nižeg razreda kvalitete razreda trend rasta glukoze opada, te ona raste za samo 0,6 mmol/L i iznosi $7,0 \pm 1,6$ mmol/L. Niti u ovom mjerenju nema statistički značajnih razlika između ove dvije skupine hrvača. Nakon treće runde taj trend se nastavlja. Naime, porast glukoze kod hrvača višeg razreda kvalitete je još veći i u odnosu na prethodno mjerenje statistički značajno raste ($p < 0,001$) za 1,4 mmol/L i iznosi $7,9 \pm 1,2$ mmol/L. Kod skupine hrvača nižeg razreda

kvalitete zabilježen je rast od samo 0,4 mmol/L i iznosi $7,4 \pm 1,6$ no i dalje nema statistički značajnih razlika između grupa.

U posljednjem mjerenju se taj trend također nastavlja. Kod hrvača višeg razreda kvalitete razina glukoze raste za 1,3 mmol/L i iznosi $9,2 \pm 2,0$, a kod hrvača nižeg razreda kvalitete raste za 0,2 mmol/L i iznosi $7,6 \pm 1,4$ mmol/L. Kod hrvača višeg razreda kvalitete porast u odnosu na prethodno mjerenje je statistički značajan ($p < 0,001$), kao i razlika među skupinama ($p < 0,001$).

Iz svega navedenog može se zaključiti da je razlika u trendovima očita. Kod hrvača višeg razreda kvalitete slijed je $1=2<3<4<5$ (Fisher LSD test), dok kod hrvača nižeg razreda kvalitete taj trend je $1<2=3=4=5$ (Fisher LSD test). Kvalitetnijim hrvačima trend intenzivnijeg rasta razine glukoze počinje kasnije, traje dulje i vrijednosti glukoze su znatno više.

Uspoređujući dobivene rezultate s onima u razini izmjerenih laktata na uzrastu kadeta, primjetan je sličan trend krivulje hrvača različitog razreda kvalitete. Može se stoga zaključiti da hrvači nižeg razreda kvalitete imaju energetske potencijale za jednu rundu hrvanja u visokom ritmu a upravo tada počinje intenzivniji rast glukoze kod kvalitetnijih hrvača.

Temeljem ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu H4:

Postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu.

9.3. RAZLIKE IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA I DINAMIKE GLUKOZE ZA JUNIORSKI UZRAST

9.3.1. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U JUNIORSKOM UZRASTU.

U poglavlju 9.2.1. smo ustanovili da nema statistički značajnih razlika u dinamici laktata između hrvača viših i nižih težinskih kategorija u kadetskom uzrastu. S obzirom da je razlika u prosječnoj dobi između kadeta i juniora samo 2 godine, može se pretpostaviti da će i kod juniora dinamika laktata biti slična. Jedino istraživanje gdje su pri opterećenju izmjerene značajne razlike u vrijednostima laktata između dviju dobno različitih skupina ispitanika, staro je 30 godina, a rađeno je na uzorku starijih ispitanika (prosječna razlika među skupinama je 33 godine) (Lehmann i suradnici 1981).

Izmjerena razina laktata prije borbe a nakon zagrijavanja kod hrvača viših težinskih kategorija juniorskog uzrasta je $2,9 \pm 0,6$ mmol/L dok je kod hrvača nižih težinskih kategorija $2,9 \pm 0,8$ mmol/L. U prvom mjerenju nema statistički značajnih razlika između dviju skupina, dok je razina laktata u krvi nešto viša od uobičajene razine prije borbe u borilačkim sportovima koje se kreću između 2,2 i 2,5 mmol/L (Eaton prema Sterkowicz i suradnici 1997; Aziz i suradnici 2002; Ribero i suradnici 2007; Karninčić i suradnici 2009; 2010). Međutim, dobiveni rezultati su vrlo slični onima na uzorku kadeta u ovom istraživanju (2,7 i 2,9 mmol/L). U kadetskom uzrastu smo nešto povišenu razinu laktata objasnili pojačanim lučenjem hormona pod kontrolom simpatičkog živčanog sustava čija je razina u korelaciji s razinom metabolita u krvi (Deuster i suradnici 1989, Kjaer i suradnici 1991). Pretpostavka je da je moguće na isti način objasniti nešto povišenu razinu laktata prije borbe i u juniorskom uzrastu.

Mjerenje nakon druge runde pokazalo je da nema statistički značajnih razlika između skupina. Tako kod hrvača nižih težinskih kategorija ta razina iznosi $8,2 \pm 2,0$ dok je kod hrvača viših težinskih kategorija ona $7,8 \pm 2,2$. Kod obje skupine nakon prve runde razine laktata su statistički značajno više u odnosu na prethodno mjerenje ($p < 0,001$). Takvi rezultati za tu fazu borbe su očekivani, jer bez obzira na kvalitetu, težinu ili iskustvo, svi

hrvači mogu hrvati dvije minute u visokom ritmu bez obzira jesu li pobijedili ili izgubili. Takvu tezu potvrđuju sva dosadašnja istraživanja (Karninčić i suradnici 2009; 2010), kao i mjerenje na uzorku kadeta u ovoj disertaciji.

U mjerenju razine laktata u krvi poslije druge runde (treće mjerenje) opet nije zabilježena statistički značajna razlika između hrvača viših i nižih težinskih kategorija. Također opet je primjetan statistički značajan porast razine laktata u odnosu na prethodno mjerenje ($p < 0,001$). Statistički značajan rast nakon druge runde karakterističan je za hrvače višeg razreda kvalitete (Karninčić i suradnici 2009) što pokazuje i mjerenje laktata na kadetima u ovom istraživanju. Pregledom tablice 9. tj. deskriptivnih statističkih parametara, uočava se da su hrvači nižih težinskih kategorija u prosjeku plasirani $4,5 \pm 2,9$ na državnom prvenstvu 2011. godine, a hrvači viših težinskih kategorija $4,4 \pm 3,2$. Statistički značajan porast laktata u drugoj rundi je karakterističan za hrvače višeg razreda kvalitete (Karninčić i suradnici 2009) što je potvrdilo i istraživanje na uzorku kadeta. Činjenica da kod obje težinske skupine razina laktata značajno raste u drugoj rundi govori nam da u obje skupine ima više kvalitetnih hrvača.

Ni nakon borbe (nakon treće runde) nema statistički značajnih razlika između hrvača nižih i viših težinskih kategorija. Uočava se također da u tom mjerenju nema niti statistički značajnog porasta u odnosu na prethodno mjerenje što je u skladu s rezultatima dosadašnjih istraživanja u toj fazi borbe. Kod hrvača nižih težinskih kategorija razina laktata iznosi $11,9 \pm 2,9$ mmol/L, a kod hrvača viših težinskih kategorija $10,5 \pm 2,6$ mmol/L. Nakon borbe u hrvanju različiti autori su bilježili različite razine laktata, uglavnom od 12 mmol/L do 15 mmol/L (Marić i suradnici 1985; Nilson i suradnici 2002; Eaton prema Sterkowicz i suradnici 1997; Karninčić i suradnici 2009; 2010), ali ta brojka je kod Kramera i suradnika (2004) iznosila čak i 20 mmol/L. Kao u svim prethodnim mjerenjima nema statistički značajnih razlika među skupinama niti u posljednjem mjerenju nakon 5 minuta oporavka. Uočava se da kod obje skupine hrvača, razina izmjerenih laktata u krvi statistički značajno pada ($p < 0,001$ kod hrvača nižih težinskih kategorija i $p < 0,01$ kod hrvača viših težinskih kategorija). Nešto je viši trend opadanja razine laktata u krvi kod hrvača nižih težinskih kategorija, kod kojih nakon 5 minuta pasivnog odmora (sjedenje) razina laktata opada za 2,8 mmol/L. S druge strane, kod hrvača viših težinskih kategorija taj pad iznosi 1,2 mmol/L. Dakle, premda ne i statistički značajno, oporavak je nešto brži kod skupine hrvača nižih težinskih kategorija.

Zanimljivo je stoga, konstatirati da je trend laktata u borbi potpuno identičan kod hrvača nižih i viših težinskih kategorija i on izgleda: $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test)

Ako usporedimo hrvače viših i nižih težinskih kategorija juniorskog uzrasta vidimo da je njihova dinamika laktata ista $1=1, 2=2, 3=3, 4=4, 5=5$ (Fisher LSD test). Na temelju dobivenih podataka možemo zaključiti da nema statistički značajnih razlika između hrvača viših i nižih težinskih kategorija u dinamici laktata u hrvačkoj borbi u juniorskom uzrastu.

9.3.2. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA TEŽINSKE KATEGORIJE U JUNIORSKOM UZRASTU

Dokazano je da intenzivnije opterećenje u kraćem roku podiže razine glukoze u krvi više nego slabije opterećenje u dužem roku (Loupos i suradnici 2008). Svaki hrvač se bori s protivnikom svoje težinske kategorije i svog razreda kvalitete, a sve borbe traju 3×2 minute, pa možemo reći da su i opterećenje i trajanje opterećenja isti kod svih ispitanika. Razina glukoze ovisi o količini angažirane muskulature (Van Hall i suradnici 2003). Gotovo da nema skupine mišića koja nije angažirana u hrvačkoj borbi, kako kod viših, tako i kod nižih težinskih kategorija.

Razlike između dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije analizirane su prvi put u ovom istraživanju i to na uzrastu kadeta. Na navedenom uzorku nisu dobivene statistički značajne razlike između dviju težinskih skupina osim u posljednjem mjerenju nakon 5 minuta oporavka, što je interpretirano razlikom u kvaliteti između skupina. Budući da nije bilo statistički značajnih razlika u dinamici laktata ni u jednom mjerenju kod obje uzrasne kategorije, može se pretpostaviti da ni u dinamici glukoze između hrvača viših i nižih težinskih kategorija neće biti značajnih razlika.

U prvom mjerenju nema statistički značajnih razlika između hrvača viših ($5,6 \pm 1,2$ mmol/L) i nižih težinskih kategorija ($5,8 \pm 0,7$ mmol/L). U drugom mjerenju, nakon prve runde trend rasta glukoze se javlja kod hrvača viših težinskih kategorija, te razina glukoze raste za 0,7 mmol/L u odnosu na prethodno mjerenje. Interesantno je da razina glukoze u krvi blago opada kod hrvača nižih težinskih kategorija za 0,1 mmol/L. Te su oscilacije blage, te ni u drugom mjerenju nema statistički značajnih razlika među skupinama.

U trećem mjerenju, nakon druge runde porast laktata je kod obje skupina statistički značajan. Kod nižih težinskih kategorija glukoza raste za 1,2 mmol/L i taj porast je značajan na razini $p < 0,001$ a kod viših raste za 0,9 mmol/L uz $p < 0,01$. Niti u trećem mjerenju nije zabilježena statistički značajna razlika među skupinama.

Nakon treće runde odnosno nakon borbe, ponovno nema statistički značajnih razlika između hrvača viših i nižih težinskih kategorija. Trend rasta glukoze u krvi se nastavlja kod obje skupine. Međutim, kod hrvača nižih težinskih kategorija, taj rast je statistički

značajan na razini $p < 0,01$ dok je kod hrvača viših težinskih kategorija rast na granici značajnosti $p = 0,07$.

U posljednjem mjerenju nakon pet minuta oporavka, razina glukoze kod obje skupine je visoka i kod hrvača nižih težinskih kategorija iznosi $9,0 \pm 2,0$ mmol/L, a kod hrvača viših težinskih kategorija iznosi $9,1 \pm 1,6$ mmol/L. Također, kod obje skupina rast je statistički značajan. Ni u posljednjem mjerenju nismo zabilježili statistički značajne razlike između skupina hrvača različitih težinskih kategorija. Trend rasta glukoze u oporavku je očekivan jer glukoza raste i sat vremena po završetku vježbe (Jorfeldt, 1970).

Trend kod hrvača nižih težinskih kategorija bio je $1=2<3<4<5$ (Fisher LSD test) a kod hrvača viših težinskih kategorija $1=2<3=4<5$ (Fisher LSD test). Kao što se može uočiti razlika između skupina je zabilježena samo u jednom mjerenju. Međutim kao što se već naglasilo u tom četvrtom mjerenju, rast glukoze kod hrvača viših težinskih kategorija je bio na granici značajnosti, stoga su navedene razlike zanemarive. Fisher LSD test je potvrdio da je: $1=1$, $2=2$, $3=3$, $4=4$ i $5=5$ iz čega je vidljivo da među skupinama nema razlika.

Temeljem dobivenih rezultata možemo tvrditi da nema statistički značajnih razlika između hrvača viših i nižih težinskih kategorija u dinamici laktata i dinamici glukoze u hrvačkoj borbi za juniorski uzrast te možemo odbaciti hipotezu H_5 :

Postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije hrvača u juniorskom uzrastu.

9.3.3. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE LAKTATA U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U JUNIORSKOM UZRASTU

Koncentracija laktata i njihova dinamika u u hrvačkoj borbi razlikuje kvalitetnije hrvače od manje kvalitetnih (Karninčić i suradnici 2009) što je potvrđeno i u kadetskom uzrastu. Za kvalitetne hrvače je specifično da uspijevaju podizati razinu laktata dulje nego manje kvalitetni, bolje se adaptiraju na uvjete koje uzrokuje rad visokog intenziteta (Friedlander i suradnici 1997; Kristiansen i suradnici 2000; Daussin i suradnici 2008) i racionalnije troše energetske resurse.

Razina laktata nakon zagrijavanja prije borbe kod obje mlađe uzrasne skupine u ovom istraživanju je bila povišena u odnosu na razine laktata u krvi izmjerene kod seniora prije borbe u borilačkim sportovima (Eaton prema Sterkowicz i suradnici 1997; Aziz i suradnici 2002; Ribero i suradnici 2007; Karninčić i suradnici 2009; 2010). Kod juniora višeg razreda kvalitete razina je $2,7 \pm 0,8$ mmol/L a kod juniora nižeg razreda kvalitete $3,1 \pm 0,6$ mmol/L, što može potvrditi tezu da povišena razina laktata kod mlađih uzrasnih skupina (nedovoljno iskusnih boraca) prije borbe može biti uzrokovana uzbuđenjem pred borbu i samim tim povećanom razinom hormona pod kontrolom simpatičkog živčanog sustava koji su u korelaciji sa laktatima (Deuster i suradnici 1989; Kjaer i suradnici 1991).

Nakon prve runde razina laktata u krvi statistički značajno raste kod hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete ($p < 0,001$). Također, nisu zabilježene statistički značajne razlike između skupina što je i očekivano i ranije potvrđeno objašnjenjem da svi mogu uložiti značajan anaerobni rad u prve dvije minute borbe (Karninčić i suradnici 2009, 2010).

Dobivena je statistički značajna razlika između hrvača nižeg razreda kvalitete i višeg razreda kvalitete u razini laktata nakon druge runde ($p < 0,01$). U toj fazi borbe u pravilu dolazi do statistički značajnih razlika među hrvačima različite kvalitete (Karninčić i suradnici 2009) što je potvrđeno i u kadetskom uzrastu u ovom istraživanju. Kod hrvača višeg razreda kvalitete laktati statistički značajno rastu u odnosu na predhodno mjerenje ($p < 0,001$) i trend rasta laktata u drugoj rundi izraženiji je nego kod hrvača nižeg razreda kvalitete. Tako je kod kvalitetnijih hrvača zabilježen rast razine laktata za $2,9$ mmol/L a kod hrvača nižeg razreda kvalitete za $1,7$ mmol/L. Iako je kod hrvača nižeg razreda kvalitete u

ovom mjerenju zabilježen statistički značajan rast, on je u prosjeku numerički niži nego kod hrvača višeg razreda što potvrđuje i statistička značajnost razlika između skupina.

Nakon posljednje, treće runde sukladno dosadašnjim istraživanjima uobičajeno je da nema statistički značajnog porasta laktata što je slučaj i u ovom istraživanju. Ipak je primjetan viši trend rasta laktata kod hrvača višeg razreda kvalitete u odnosu na prethodno mjerenje i iznosi 0,7 mmol/L, dok je kod hrvača nižeg razreda kvalitete taj porast 0,5 mmol/L. Viši trend rasta razine laktata u krvi kroz sve tri runde kod hrvača višeg razreda kvalitete dovodi do statistički značajnih razlika između skupina na razini $p < 0,001$ u korist navedene skupine.

U posljednjem mjerenju nakon 5 minuta pasivnog oporavka, prisutan je trend spuštanja razine laktata kod obje skupine. Kod obje skupine razina izmjerenih laktata u krvi pada statistički značajno ($p < 0,001$) i to kod skupine hrvača višeg razreda kvalitete za 1,9 mmol/L a kod skupine hrvača nižeg razreda kvalitete za 2,1 mmol/L. Iako je brzina opadanja razine laktata gotovo ista, postoji statistički značajna razlika između skupina ($p < 0,001$) koja je uzrokovana znatno višom razinom laktata u prethodnom mjerenju kod skupine hrvača višeg razreda kvalitete.

Ukoliko promatramo dinamiku laktata odvojeno po skupinama, vidimo da su trendovi identični kod obje skupine $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test). Usporedbom vrijednosti razina laktata po pojedinim mjerenjima uočavaju se statistički značajne razlike između grupa u većini mjerenja $1 = 1, 2 = 2, 3 < 3, 4 < 4, 5 > 5$ (Fisher LSD test) što je vidljivo iz grafa 19.

9.3.4. RASPRAVA O DOBIVENIM REZULTATIMA RAZLIKA IZMEĐU DINAMIKE GLUKOZE U HRVAČKOJ BORBI S OBZIROM NA KVALITETU HRVAČA U JUNIORSKOM UZRASTU

Iako je mišićna glikoliza u većoj mjeri ovisna o glikogenu a ne o glukozu u krvotoku (Palleschi i suradnici 1990), razina glukoze u krvotoku može biti pokazatelj treniranosti, odnosno bolje trenirani sportaši podižu glukozu u krvi na višu razinu (Friedlander i suradnici 1997; Coggan i suradnici 1995; Kemppainen i suradnici 2002; Kristiansen i suradnici 2000). Glukoza je naročito važan metabolit u fazama kada su rezerve glikogena niske (Coggan i suradnici 1991), te je bitan faktor oporavka (Maehlum i suradnici 1978). Iako su se neki autori bavili dinamikom glukoze u sportu, ona je u hrvanju prvi put zabilježena u ovom istraživanju.

Razina glukoze izmjerena kod hrvača juniorskog uzrasta višeg razreda kvalitete prije borbe (nakon zagrijavanja) iznosi $5,6 \pm 0,9$ mmol/L a kod hrvača nižeg razreda kvalitete $5,9 \pm 1,1$ mmol/L. Ako rezultate usporedimo sa rezultatima u kadetskom uzrastu vidimo da su dobiveni rezultati uobičajeni za mjerenje prije borbe. U prvom mjerenju nema statistički značajnih razlika među skupinama.

U drugom mjerenju razine glukoze u krvi imaju trend rasta, ali kao što smo već naveli skupina hrvača niže kvalitete u početku ima veći porast (0,4 mmol/L) dok je kod skupine hrvača višeg razreda kvalitete taj rast 0,1 mmol/L. Ni u ovom mjerenju nema statistički značajnih razlika između skupina.

Nakon druge runde glukoza statistički značajno raste kod hrvača nižeg razreda kvalitete ($p < 0,05$), i hrvača višeg razreda kvalitete ($p < 0,001$), te je trend rasta je znatno viši u odnosu na prethodno mjerenje. Iz grafa 20 se zorno vidi da je kod hrvača višeg razreda kvalitete krivulja rasta glukoze strmija a kod hrvača nižeg razreda kvalitete, od ove točke, položenija.

U četvrtom mjerenju nakon treće runde ili na kraju borbe kod hrvača višeg razreda kvalitete razina glukoze i dalje statistički značajno raste ($p < 0,001$) i viša je u odnosu na prethodno mjerenje za 1,3 mmol/L dok kod hrvača nižeg razreda kvalitete nema značajnog porasta (0,4 mmol/L) u odnosu na prethodno mjerenje. Važno je napomeniti da je razlika između skupina u ovom mjerenju na granici značajnosti $p = 0,06$.

Peto mjerenje (mjerenje nakon oporavka od 5 minuta) donosi iste trendove kao i prethodno. Razlika je u tome što su zabilježene i statistički značajne razlike između skupina ($p < 0,001$). Kod skupine hrvača višeg razreda kvalitete bilježimo porast razine glukoze za 1,8 mmol/L koji je statistički značajan ($p < 0,001$), a kod hrvača nižeg razreda kvalitete rast glukoze iznosi 0,4 mmol/L i nije značajan.

Razlike u dinamici glukoze između hrvača kadetskog uzrasta nižeg i višeg razreda kvalitete su očite. Tako je trend kod hrvača višeg razreda $1=2<3<4<5$ (Fisher LSD test) a trend kod hrvača nižeg razreda kvalitete $1=2<3=4=5$ (Fisher LSD test). Te razlike u trendovima dovele su do statistički značajne razlike među skupinama u zadnjem mjerenju $1=1, 2=2, 3=3, 4=4, 5<5$ (Fisher LSD test).

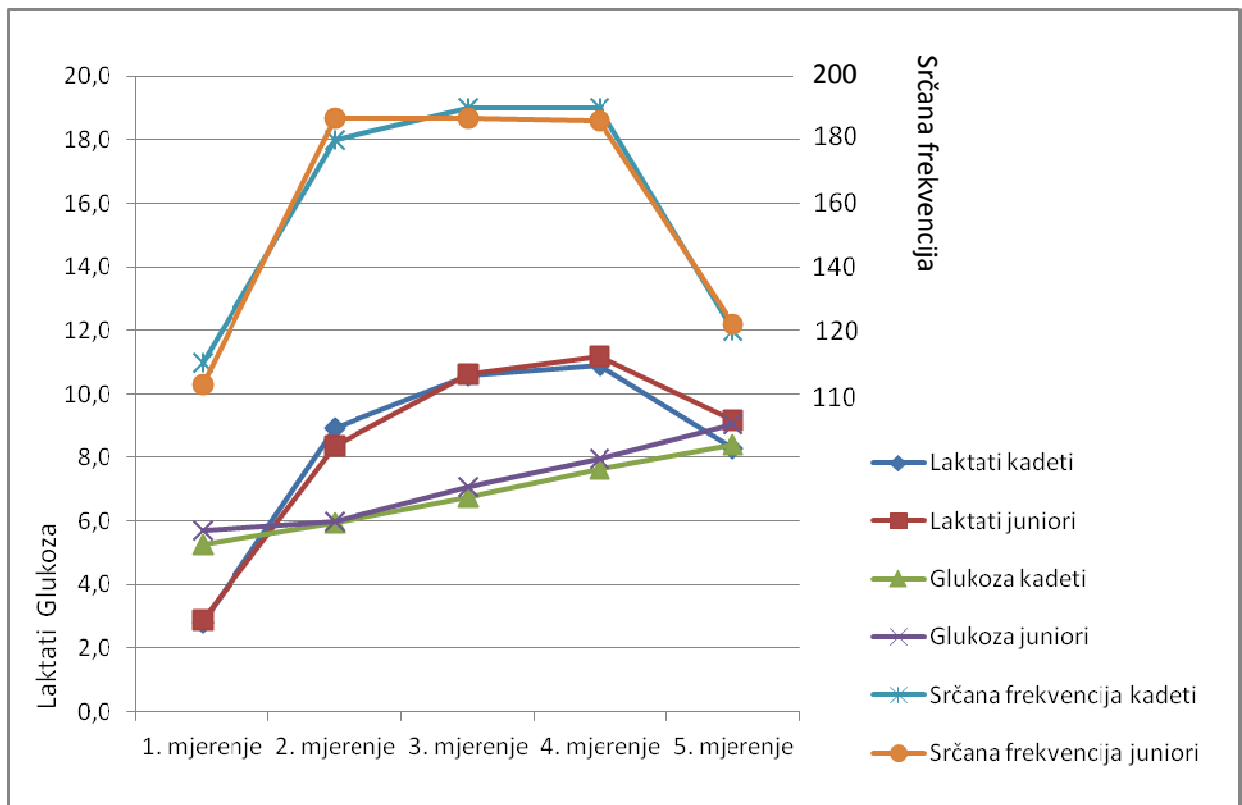
Na temelju dobivenih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu H6:

Postoje značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na razrede kvalitete hrvača u juniorskom uzrastu.

9.4. DODATAK: RASPRAVA O USPOREDBI REZULTATA KADETSKOG I JUNIORSKOG UZRASTA

9.4.1. Rasprava o dobivenim rezultatima povezanosti dinamike laktata i dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu.

Graf 21 prikazuje izmjerene vrijednosti laktata, glukoze i zabilježene srčane frekvencije u hrvačkoj borbi u juniorskom i kadetskom uzrastu.



Tablica 21 rezultati linearne korelacijske analize razine laktata i glukoze u svim mjerenjima u hrvanju grčko-rimskim načinom za kadetski uzrast i za juniorski uzrast

	nakon zagrijavanja	nakon runde 1	nakon runde 2	nakon runde 3	nakon odmora (5 min)
Kadeti	$r = 0,14$	$r = 0,06$	$r = 0,05$	$r = 0,47^*$	$r = 0,41^*$
Juniori	$r = 0,25$	$r = 0,05$	$r = -0,00$	$r = 0,42^*$	$r = 0,54^*$

**Statistički značajna korelacija između razine laktata i razine glukoze ($p < 0,05$)*

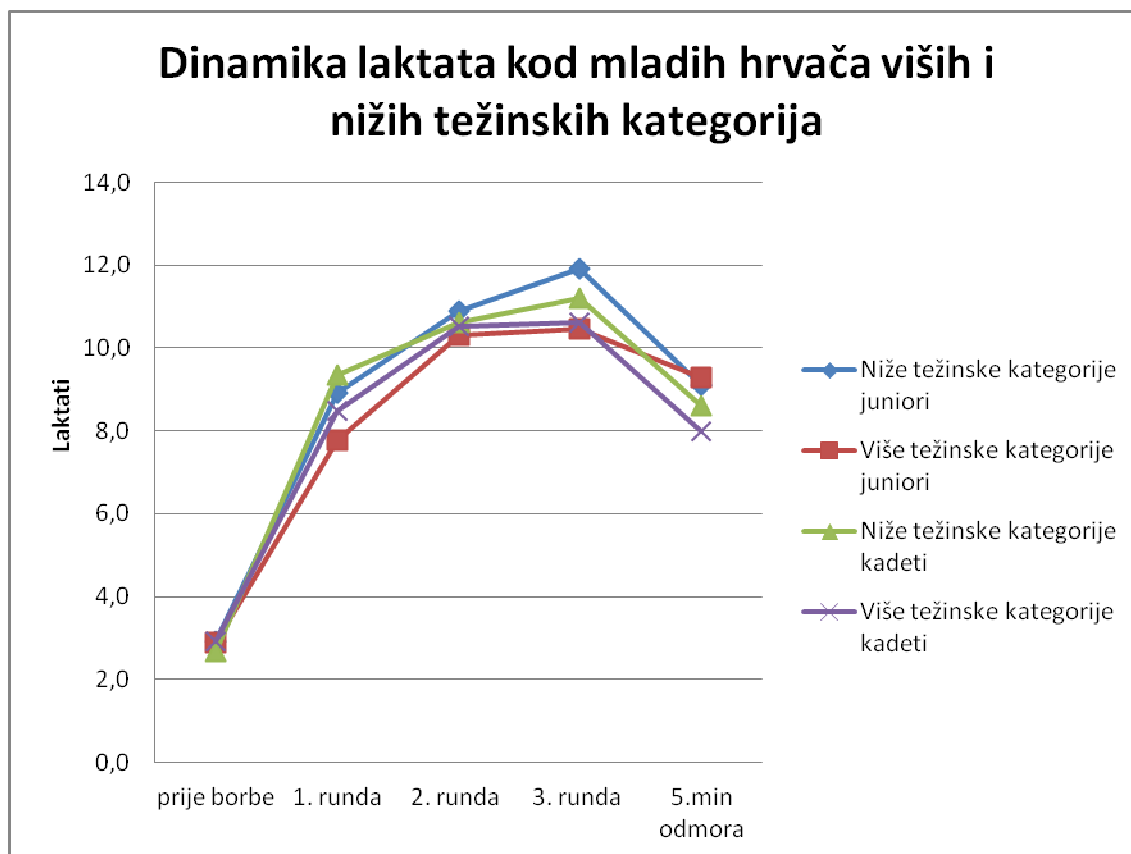
Dosadašnja istraživanja su potvrdila utjecaj dobne razlike na razinu laktata ali da do nje dolazi u zreloj životnoj dobi (Lehmann i suradnici 1981; Goldfarb i suradnici 1986). Međutim, ukoliko pogledamo graf 21 možemo uočiti da su kretanja izmjerenih metabolita i zabilježene srčane frekvencije kod ovih dviju skupina gotovo iste. Tri godine razlike među uzrastima i dvije godine hrvackog iskustva više, u uzorku juniora nisu bitno utjecale na fiziološke promjene u borbi kod ovih dvaju uzrasta hrvača.

Kada usporedimo rezultate korelacijskih analiza u razini izmjerenih laktata i razini izmjerene glukoze u hrvackoj borbi između hrvača kadetskog uzrasta i hrvača juniorskog uzrasta iz tablice 21 vidimo da se statističke značajnosti pojavljuju u istim mjerenjima nakon borbe i nakon pet minuta odmora, dok nakon zagrijavanja, nakon prve i nakon druge runde nema statistički značajne korelacije.

Napori koji se javljaju u hrvanju uzrokuju veliki stres za organizam (Uter i suradnici 2002; Webster i suradnici 1990). Sposobnost tijela da podnese ovakav acido-bazni poremećaj međustaničnih bikarbonata i fosfata te funkcioniranje buferskog sustava svojevrsan je trenažni fenomen (Kreamer i suradnici 2004). Nakon prve runde borbe dolazi do fiziološkog poremećaja metabolizma glukoze te nakon druge runde taj poremećaj kulminira. Osim što nema statistički značajnih korelacija ($r = -0,8E-3$) nakon druge runde rezultat korelacije nam u uzrastu juniori sugerira da postoje statistički značajne razlike među izmjerenim metabolitima (rezultati provjereni t-testom). Tijekom treće runde dolazi do stabilizacije metabolita. Možemo pretpostaviti da se organizam nakon 5 minuta borbe adaptira na stresnu situaciju i korelacija koja treba postojati između ova dva metabolita (Simões i suradnici 1999; Sotero i suradnici 2009), ponovno se uspostavlja. Stabilizirani metaboliti koreliraju i nakon 5 minuta oporavka jer više nisu izloženi stresnim situacijama.

9.4.2. Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike laktata u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na težinske kategorije.

Graf 22 prikazuje laktatne krivulje hrvača kadetskog i juniorskog uzrasta pripadnika viših i nižih težinskih kategorija



Tablica 22 prikazuje izmjerene vrijednosti laktata u svih 5 mjerenja za uzrast juniora i kadeta pripadnika viših i nižih težinskih kategorija

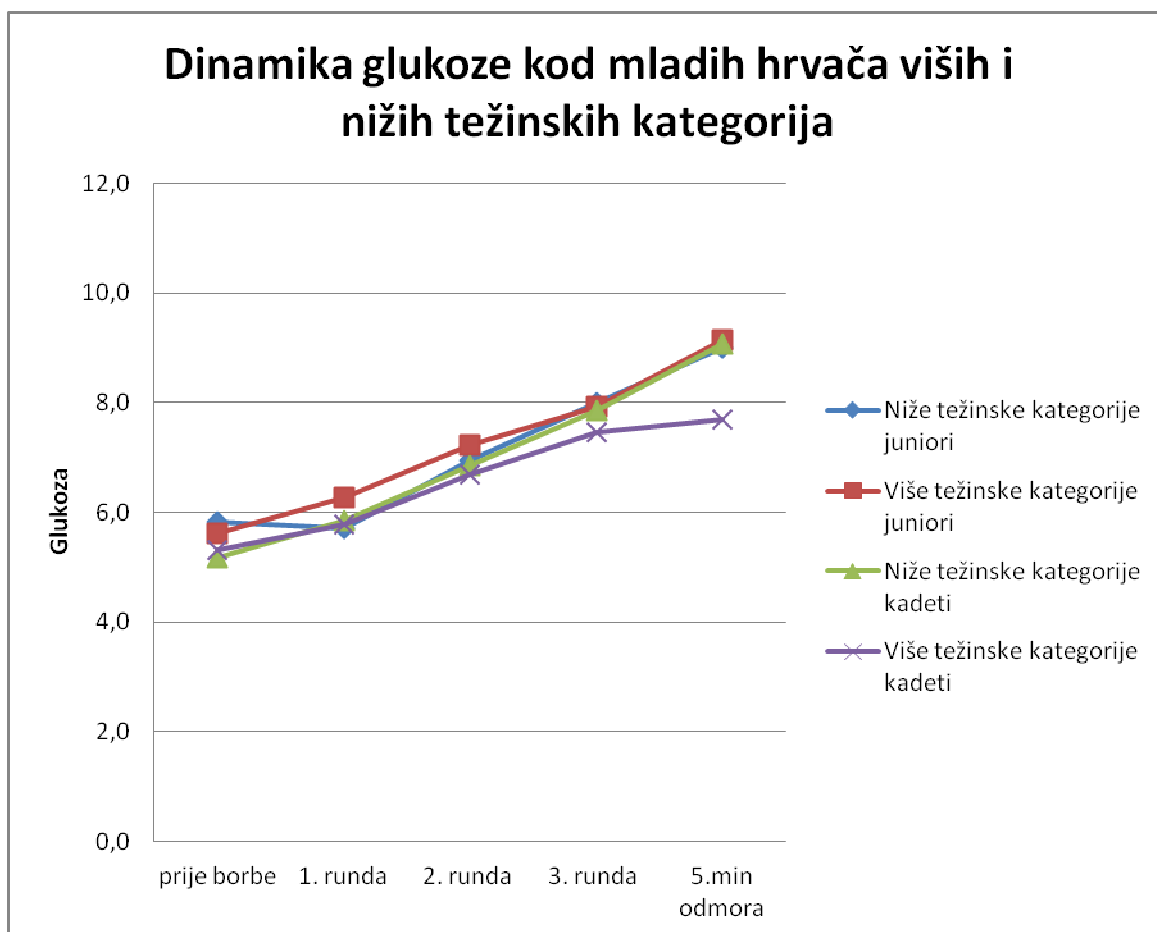
Uzrast	Težinske kategorije	prije borbe	1. runda	2. runda	3. runda	5.min odmora
Juniori	niže	2,9	8,9*	10,9*	11,9	9,1*
	više	2,9	7,8*	10,3*	10,5	9,3*
Kadeti	niže	2,7	9,3*	10,6*	11,2	8,6*
	više	2,9	8,5*	10,5*	10,6	8,0*

*Statistički značajna razlika u razini izmjerenih laktata odnosu na predhodno mjerenje

Dosadašnja istraživanje na temu laktata kod hrvača govore nam da hrvačka borba podiže razinu laktata na 12 do 15 mmol/L (Marić i suradnici 1985; Nilsen i suradnici 1995) a neki autori čak i do 20 mmol/L (Kreamer i suradnici 2004). Osim što su bilježili razinu laktata prije, nakon borbe ili u oporavku nisu se osvrtni na uzrast ili težinsku kategoriju pa ni na kvalitetu hrvača. Prva istraživanja dinamike laktata u borbi objavili su Karninčić i suradnici 2009. gdje je uspoređena laktatna krivulja hrvača različitog razreda kvalitete i Karninčić i suradnici 2010. u kojem je uspoređena laktatna krivulja u hrvanju i u kickboxingu. U tim istraživanjima je dinamika laktata kvalitetnih hrvača identična svim dinamikama laktata kod kadeta i juniora viših ili nižih težinskih kategorija, te nam to govori da ukupan uzorak ipak naginje višem razredu kvalitete.

9.4.3. Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na težinske kategorije

Graf 23 prikazuje krivulje glukoze hrvča kadetskog i juniorskog uzrasta pripadnika viših i nižih težinskih kategorija



Tablica 23 prikazuje razinu izmjerene glukoze u svim mjerenjima kod kadeta i juniora lakih i teških težinskih kategorija.

Uzrast	Težinske kategorije	prije borbe	1. runda	2. runda	3. runda	5.min odmora
Juniori	Niže	5,8	5,7	6,9*	8,0*	9,0*
	Više	5,6	6,3*	7,2*	7,9	9,1*
Kadeti	Niže	5,2	5,9*	6,8*	7,8*	9,1* [†]
	Više	5,3	5,8	6,7*	7,5*	7,7

** Statistički značajan rast glukoze u odnosu na predhodno mjerenje*

† Statistički značajna razlika između hrvača nižih i viših težinskih skupina

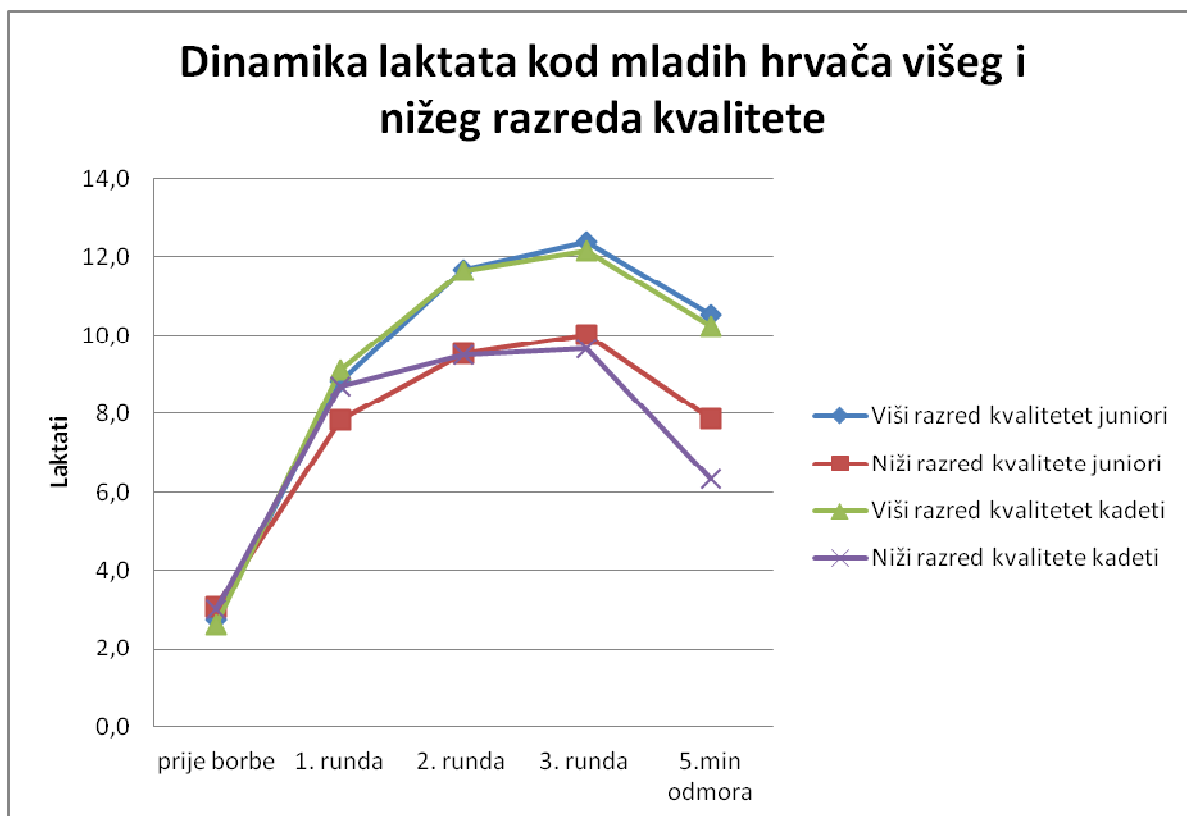
Bolje trenirani sportaši podižu glukozu u krvi na višu razinu (Friedlander i suradnici 1997; Coggan i suradnici 1995; Kemppainen i suradnici 2002; Kristiansen i suradnici 2000). Ona je naročito važan metabolit u fazama kada su rezerve glikogena niske (Coggan, 1991), te je bitan faktor oporavka (Maehlum i suradnici 1978). Razina glukoze u krvi je u korelaciji sa maksimalnim laktatnim stabilnim stanjem (Sotero i suradnici 2009; Simões i suradnici 1999). Glukoza je dio istog metabolizma kao i laktati, te njezinim raspadom dobivamo laktate, a Corijeveim ciklusom u jetri laktati se pretvaraju u glukozu. Ako nema razlika u dinamici laktata kod ovih skupina, ne bi ih trebalo biti ni kod glukoze.

Analizom rezultata ustanovili smo da nema razlika između hrvača viših i nižih težinskih kategorija osim u zadnjem mjerenju kod kadeta. Navedena razlika je posljedica slučajne razlike u kvaliteti između uzrasnih skupina. Kada analiziramo tablicu 23 treba napomenuti da u mjerenju nakon treće runde kod juniora rast nije statistički značajan ali je značajan na razini $p=0,07$. Ako u tom svjetlu promatramo rezultate vidjet ćemo da se dinamika glukoze kod svih promatranih skupina ponaša po obrascu koji je karakterističan za kvalitetne hrvače (glukoza u početku ima manji porast a kako borba odmiče sve više raste).

I laktati i glukoza se ponašaju kod ovih težinskih skupina karakteristično za hrvače višeg razreda kvalitete.

9.4.4. Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike laktata u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na razred kvalitete

Graf 24 prikazuje krivulje laktata hrvača kadetskog i juniorskog uzrasta višeg i nižeg razreda kvalitete



Tablica 24 prikazuje razinu izmjerenih laktata u svim mjerenjima kod kadeta i juniora višeg i nižeg razreda kvalitete

Uzrast	Razred kvalitete	prije borbe	1. runda	2. runda	3. runda	5.min odmora
Juniorski	Viši	2,7	8,8*	11,7	12,4	10,5*
	Niži	3,1	7,8*	9,5* [†]	10,0 [†]	7,9* [†]
Kadetski	Viši	2,6	9,1*	11,6	12,2	10,2*
	Niži	3,0	8,7*	9,5* [†]	9,7 [†]	6,3* [†]

*Statistički značajna razlika u razini laktata u odnosu na prethodno mjerenje

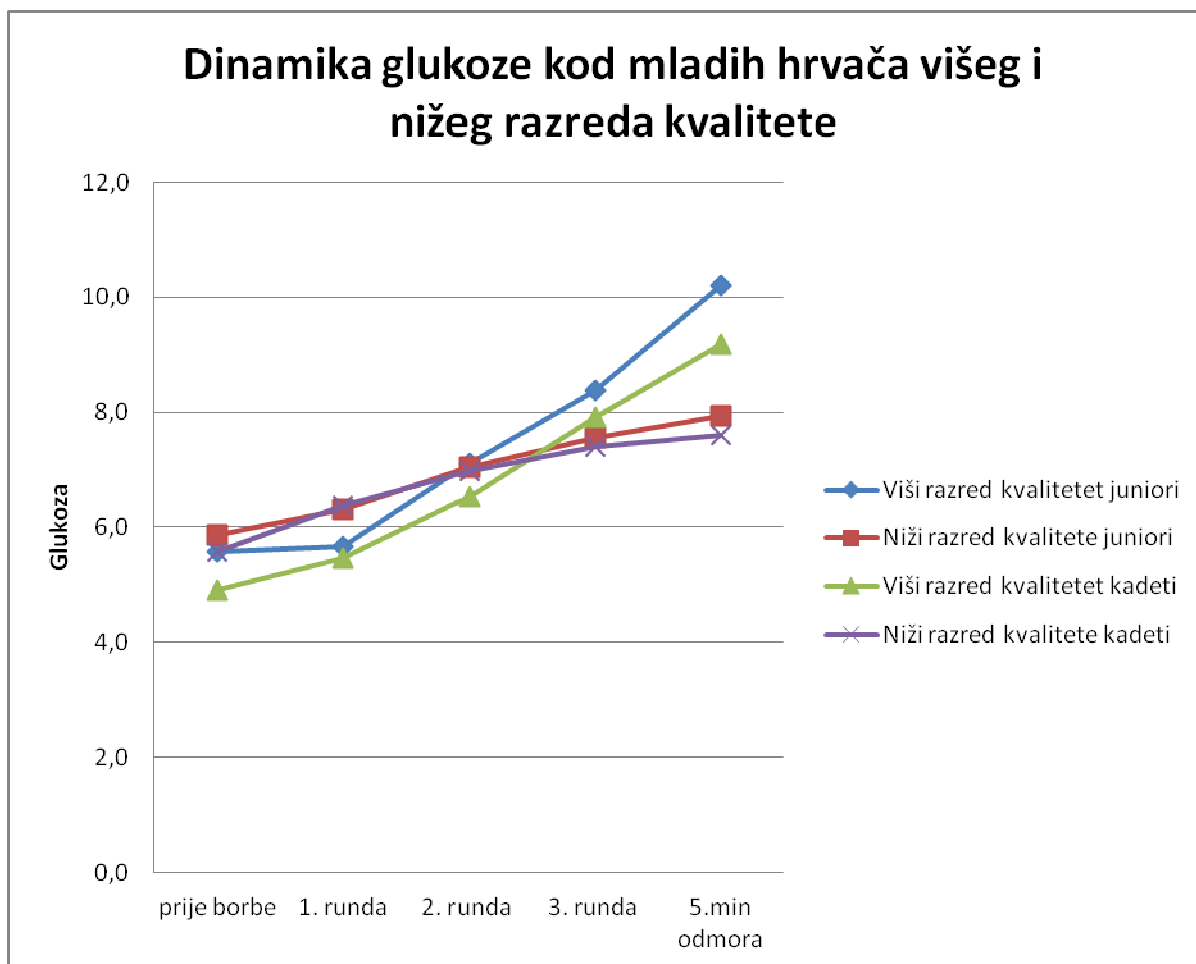
[†] Statistički značajna razlika u razini laktata među različitim razredima kvalitete

Laktatnu krivulju hrvača višeg razreda kvalitete ustanovio je Karninčić i suradnici 2009. Nju karakterizira statistički značajan rast razine laktata u prvoj i drugoj rundi, za razliku od hrvača nižeg razreda kvalitete kod kojih razina laktata značajno raste samo u prvoj rundi. Kod kadeta i kod juniora je vidljivo da hrvače mlađih uzrasnih kategorija po kvaliteti razlikuje upravo taj rast u drugoj rundi, te premda ne i statistički značajan, ali opet veći rast u trećoj rundi nago kod hrvača nižeg razreda kvalitete. Visoki laktati uzročno-posljedično znače i veći acido-bazni poremećaj, međutim nova istraživanja danas vrlo oprezno prilaze tom problemu. Cairns i suradnici su 2006. utvrdili da eksperimenti na izoliranom mišiću sugeriraju da acidoza u vrlo maloj mjeri šteti ili čak poboljšava mišićne performanse tijekom vježbanja visokog intenziteta. Miller i suradnici su 2002. utvrdili da je laktat koristan ugljikohidrat za vrijeme povećane potrebe organizma za energijom. Viša razina laktata kod boljih hrvača je rezultat mogućnosti hrvača da proizvedu više rada u anaerobnim uvjetima ali i da je njihov organizam spreman podnijeti fiziološke poremećaje koje takav rad nosi sa sobom.

Prema nekim autorima laktati u krvi dosegnu svoj maksimum 5 minuta nakon vježbanja (Gollnick i suradnici 1986), no u ovom istraživanju je očito da oporavak i proces uklanjanja laktata u sportaša pretežno anaerobnih sportova poput hrvanja počinje ranije. Nakon pet minuta rezultati svih uzoraka i subuzoraka u ovom istraživanju pokazuju statistički značajan pad razine laktata u krvi. Postoji statistički značajna razlika u razini laktata u oporavku između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete, a ona nastaje zbog toga što je u prethodnom mjerenju razina laktata značajno viša kod hrvača višeg razreda kvalitete. U uzrastu juniora i kadeta nema razlike u oporavku između hrvača višeg i hrvača nižeg razreda kvalitete, jer je pad laktata kod svih grupa između 2 i 3 mmol/L

9.4.5. Rasprava o dobivenim rezultatima razlika dinamike glukoze u kadetskom i juniorskom uzrastu s obzirom na razred kvalitete

Graf 25 prikazuje krivulje glukoze hrvača kadetskog i juniorskog uzrasta višeg i nižeg razreda kvalitete



Tablica 24 prikazuje razinu izmjerenih laktata u svim mjerenjima kod kadeta i juniora višeg i nižeg razreda kvalitete

Uzrast	Razred kvalitete	prije borbe	1. runda	2. runda	3. runda	5.min odmora
Juniori	Viši	5,6	5,7	7,1*	8,4*	10,2* [†]
	Niži	5,9	6,3	7,1*	7,5	7,9
Kadeti	Viši	4,9	5,5	6,5*	7,9*	9,2* [†]
	Niži	5,6	6,4*	7,0	7,4	7,6

**Statistički značajna razlika u razini glukoze u odnosu na prethodno mjerenje*

† Statistički značajna razlika u razini glukoze među različitim razredima kvalitete

Dinamika glukoze u hrvačkoj borbi nikad nije zabilježena. Kretanje glukoze kod vježbanja visokog intenziteta u literaturi ima značajnu ulogu i u naporu i u oporavku, a nova istraživanja potvrđuju da je ta uloga još veća nego što se mislilo. Uloga glikogena je mnogo složenija i danas se istražuje njezin doprinos u integraciji metaboličkih puteva te odgovora glikogena na hormonalni podražaj na razini stanice (Greenberg i suradnici 2006). Mišićni energetski potencijal utječe na metabolizam odmora i obrasce korištenja tih potencijala tijekom vježbanja kao i na genetski uvjetovane regulatorne procese i prijenos impulsa na staničnoj razini (Hawley i suradnici 2011). Redovito treniranje izdržljivosti na visoka opterećenja poboljšava maksimalni kapacitet mitohondrija za oksidaciju ugljikohidrata umjesto masnih kiselina, te izaziva specifične adaptacije mitohondrijskog respiratornog lanca (Daussin i suradnici 2008).

Dosadašnja istraživanja nam govore da su kod bolje treniranih sportaša zabilježene više razine glukoze u krvi. I ovo istraživanje to potvrđuje. Ne samo što je razina glukoze bila viša kod hrvača višeg razreda kvalitete već je uočen i isti obrazac kretanja glukoze u obje uzrasne skupine: u prvim trenutcima borbe razina glukoze ne raste značajno, dok u drugoj rundi počinje statistički značajan rast koji se povećava proporcionalno kraju borbe i nakon odmora.

Kod hrvača nižeg razreda kvalitete se kretanje glukoze odvija po suprotnom obrascu: u ranijim fazama borbe raste statistički značajno a kako borba odmiče trend rasta je sve slabiji. Mišićni energetski potencijali su viši kod bolje treniranih osoba, te oni utječu na obrasce korištenja tih potencijala tijekom vježbanja (Hawley i suradnici 2011), a na temelju ovog istraživanja možemo zaključiti kakvi su obrasci korištenja energetskih potencijala u hrvanju kod mlađih uzrasnih skupina.

10. ZAKLJUČAK

U ovom radu osnovni cilj je bio utvrditi dinamiku glukoze i dinamiku laktata u hrvačkoj borbi kod mladih hrvača.

Uzorak ispitanika sastavljen je od 60 mladih hrvača, te podijeljen u dvije uzrasne kategorije: kadeti (n 30) i juniori (n 30). Svaka uzrasna kategorija podijeljena je na subuzorke prema kvaliteti: hrvači višeg razreda kvalitete (n 15) i hrvači nižeg razreda kvalitete (n 15), te prema težinskim kategorijama: hrvači viših težinskih kategorija (n 15) i hrvači nižih težinskih kategorija (n 15). Hrvači koji su pristupili testiranju su članovi 14 hrvačkih klubova iz raznih dijelova Hrvatske.

Svi hrvači koji su pristupili testiranju nastupili su na državnom prvenstvu za juniore, odnosno kadete 2011. te su na temelju plasmana na tom natjecanju svrstani u odgovarajući razred kvalitete.

Također, svi su rangirani s obzirom na tjelesnu masu i na temelju toga svrstani među pripadnike viših ili nižih težinskih kategorija unutar svoje uzrasne skupine.

Svi ispitanici su nakon zagrijavanja po predviđenom protokolu hrvali jednu borbu po međunarodnim hrvačkim pravilima u trajanju 3×2 minute (30 sec. pauze između rundi). Hrvačima su u pet mjerenja tijekom borbe uzorkovani i zabilježeni fiziološki parametri: razina laktata u krvi, razina glukoze u krvi (i srčana frekvencija kao orijentir intenziteta borbe).

Sve varijable su podvrgnute standardnim deskriptivnim postupcima za određivanje osnovnih statističkih parametara i testirane testom za procjenu normaliteta distribucije (K-S test).

Da bi se utvrdila povezanost između laktata i glukoze posebno za uzrast kadeta i posebno za uzrast juniora izračunata je linearna korelacijska analiza.

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine laktata i razine glukoze u krvi između hrvača nižeg i višeg razreda kvalitete te između hrvača pripadnika nižih i viših težinskih kategorija posebno za uzrast kadeta i posebno za uzrast juniora, korištena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Na temelju analiza dobivenih rezultata, moguće je u sažetom obliku prikazati osnovne značajke i zaključke za pojedina potpoglavlja:

1. Povezanost dinamike laktata i dinamike glukoze u hrvačkoj borbi za uzrast kadeti

Da bi se utvrdila povezanost između dinamike laktata i dinamike glukoze za uzrast kadeti izračunata je linearna korelacijska analiza.

Rezultati linearne korelacijske analize za uzrast kadeta nam govore da u prva tri mjerenja nema statistički značajne korelacije između dinamike laktata i dinamike glukoze. Statistički značajna korelacija se uočava u četvrtom mjerenju nakon treće runde i u petom mjerenju nakon 5 minuta oporavka. Hrvanje uzrokuje izraziti metabolički stres za organizam, i dolazi do velikih poremaćaja međustaničnih bikarbonata i fosfata, te do pojačane hormonalne aktivnosti koja dodatno potiče produkciju mjerenih metabolita. Organizmu je potreban određeni period da se adaptira na nastalu situaciju. Adaptacija na takvu stresnu situaciju kod hrvača je svojevrsan trenažni fenomen a kod kadetskog uzrasta do stabilizacije metabolita očito dolazi pred kraj treće runde te se nastavlja u oporavku.

Stoga se može zaključiti:

- Razina glukoze u krvi i razina laktata u krvi u kadetskom uzrastu su statistički značajno povezane nakon borbe i u oporavku.
- Hrvачka borba uzrokuje poremećaj metabolita koji je najveći u drugoj rundi.
- Tijekom treće runde dolazi do stabilizacije metabolita.

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H1** - postoji značajna povezanost između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod kadeta.

2. Povezanost dinamike laktata i dinamike glukoze u hrvačkoj borbi za juniorski uzrast

Da bi se utvrdila povezanost između dinamike laktata i dinamike glukoze za juniorski uzrast izračunata je linearna korelacijska analiza.

Rezultati linearnih korelaciskih analiza za uzrast juniora nam govore da kao i kod kadeta u prvim trima mjerenjima nema statistički značajne korelacije između dinamike laktata i dinamike glukoze. Međutim, ponovno u četvrtom mjerenju (na kraju borbe) i petom mjerenju nakon 5 minuta oporavka postoji statistički značajna korelacija između dinamike laktata i dinamike glukoze.

Mogući su stoga slični zaključci:

- Razina glukoze u krvi i razina laktata u krvi u juniorskom uzrastu su statistički značajno povezane nakon borbe i u oporavku.
- Hrvачka borba uzrokuje poremećaj metabolita koji je najveći u drugoj rundi.
- Tijekom treće runde dolazi do stabilizacije metabolita.

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H2** - postoji značajna povezanost između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi kod juniora.

3. Razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu

Laktati

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine laktata krvi između hrvača viših i nižih težinskih kategorija za uzrast kadeta korištena je univarijatna analiza varijance s ponovljenim za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata za sva mjerenja između hrvača viših i nižih težinskih kategorija u kadetskom uzrastu.

Na temelju dobivenih rezultata mogući su zaključci:

- Između skupine hrvača viših težinskih kategorija i nižih težinskih kategorija u kadetskom uzrastu nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata.
- Između skupine hrvača viših težinskih kategorija i nižih težinskih kategorija u kadetskom uzrastu nema razlike ni u trendovima rasta laktata između mjerenja.
- Tjelesna masa ne utječe na dinamiku laktata u kadetskom uzrastu.

Glukoza

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine glukoze krvi između hrvača viših i nižih težinskih kategorija za uzrast kadeta korištena je univarijatna analiza varijance s ponovljenim za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da nema statistički značajnih razlika u razini izmjerene glukoze u krvi u prva četiri prvim četirima mjerenjima dok u posljednjem mjerenju postoji statistički značajna razlika između hrvača viših i nižih težinskih kategorija u kadetskom uzrastu. Analizom rezultata deskriptivne statistike za ovaj subuzorak ustanovljeno je da je među pripadnicima nižih

težinskih kategorija prisutno više kvalitetnih hrvača što je uzrok razlici u posljednjem mjerenju.

Zaključci:

- Statistički značajne razlike između hrvača viših i nižih težinskih kategorija u kadetskom uzrastu u razini izmjerene glukoze postoje samo u zadnjem mjerenju.
- Tjelesna masa ne utječe na razinu glukoze u hrvanju kod kadetskog uzrasta.

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H3** – Postoje statistički značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije u kadetskom uzrastu

4. Razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu

Laktati

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine laktata krvi između hrvača nižeg i višeg razreda kvalitete za uzrast kadeta korištena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da nema statistički značajnih razlika u prvom i drugom mjerenju, ali postoje statistički značajne razlike u trećem, četvrtom i petom mjerenju između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete u kadetskom uzrastu. Laktatne krivulje dviju skupina hrvača se donekle prate prije borbe i nakon prve runde. Dakle, hrvači nižeg razreda kvalitete vjerojatno imaju energetske potencijale za samo jednu rundu hrvanja u visokom ritmu. Ovo istraživanje potvrđuje tezu da su anaerobni energetske potencijali bitan faktor hrvačke borbe i da oni mogu diferencirati dobre od loših hrvača.

Stoga je moguć zaključak:

- Postoje statistički značajne razlike u dinamici laktata između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete u kadetskom uzrastu.
- Kod hrvača višeg razreda kvalitete kadetskog uzrasta bilježimo statistički značajno više razine laktata od trećeg do petog mjerenja (od druge runde do kraja oporavka od 5 minuta).
- Hrvače višeg razreda kvalitete kadetskog uzrasta karakterizira mogućnost da značajno podižu razinu laktata u krvi u drugoj rundi.

Glukoza

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine glukoze krvi između hrvača nižeg i višeg razreda kvalitete za uzrast kadeta korištena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance s ponovljenim mjerenjima (Fisherov LSD test) nam govore da između hrvača višeg razreda kvalitete i nižeg razreda kvalitete u kadetskom uzrastu postoji statistički značajna razlika samo u posljednjem mjerenju. Međutim, postoji razlika u trendovima, pri kojoj kod kadeta višeg razreda kvalitete, razina glukoze statistički značajno raste u drugom, trećem, četvrtom i petom mjerenju, dok kod kadeta nižeg razreda kvalitete raste samo u prvom mjerenju.

Zaključci:

- Postoji statistički značajna razlika u razini izmjerene glukoze u oporavku između hrvača višeg i hrvača nižeg razreda kvalitete.
- Razlike između hrvača višeg i hrvača nižeg razreda kvalitete u kadetskom uzrastu počinju u drugoj rundi i traju do kraja meča i tijekom oporavka od 5 minuta.
- Postoji obrazac kretanja razine glukoze u krvi kod hrvača višeg razreda kvalitete a karakterizira ga niži rast u ranim fazama borbe, te sve veći rast sukladno svakom idućem mjerenju.
- Postoji obrazac kretanja razine glukoze u krvi kod hrvača nižeg razreda kvalitete a karakterizira ga rani rast te opadanje trenda rasta.
- Dinamika glukoze može biti mjerni instrument za procjenu anaerobnih energetske potencijala u hrvanju.

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H4** – Postoje statistički značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u kadetskom uzrastu

5. Razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorije hrvača u juniorskom uzrastu

Laktati

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine laktata u krvi između hrvača viših i nižih težinskih kategorija za uzrast juniora korištena je univarijatna analiza varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da između hrvača viših težinskih kategorija i nižih težinskih kategorija nema statistički značajnih razlika niti u jednom mjerenju. Usporedimo li trendove između pojedinih mjerenja, primjećuje se da su identični za obje grupe: $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test).

Može se stoga zaključiti:

- Između skupine hrvača viših težinskih kategorija i skupine hrvača nižih težinskih kategorija nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata.
- Između skupine hrvača viših težinskih kategorija i skupine hrvača nižih težinskih kategorija nema razlike ni u trendovima rasta laktata između mjerenja.
- Tjelesna masa ne utječe na dinamiku laktata u uzrastu juniora.

Glukoza

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine glukoze u krvi između hrvača viših i nižih težinskih kategorija za uzrast juniora korištena je univarijatna analiza varijance s ponovljenim za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da između hrvača viših težinskih kategorija i hrvača nižih težinskih kategorija nema statistički značajnih razlika niti u jednom mjerenju. Usporedimo li trendove između

pojedinih mjerenja vidimo da je kod hrvača nižih težinskih kategorija taj trend: $1=2<3<4<5$ (Fisher LSD test) a kod hrvača viših težinskih kategorija on izgleda: $1=2<3=4<5$ (Fisher LSD test).

Zaključci:

- Između grupe hrvača viših težinskih kategorija i grupe hrvača nižih težinskih kategorija nema statistički značajnih razlika.
- Trend rasta glukoze između mjerenja se razlikuje samo četvrtom mjerenju pri kojem je za niže kategorije značajan a za više na granici značajnosti.
- Tjelesna masa ne utječe na dinamiku glukoze u uzrastu juniori.

Na temelju ovih rezultata možemo odbaciti hipotezu **H5** – Postoje statistički značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na težinske kategorija hrvača u juniorskom uzrastu.

6. Razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu

Laktati

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine laktata u krvi između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete za uzrast juniora korištena je univarijatna analiza varijance s ponovljenim za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da između hrvača višeg razreda kvalitete i nižeg razreda kvalitete nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata u prvom i drugom mjerenju ali u drugom, trećem, četvrtom i petom mjerenju postoje statistički značajne razlike. Usporedimo li trendove između pojedinih mjerenja primjetno je da je kod hrvača višeg razreda kvalitete trend $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test) a kod hrvača nižeg razreda kvalitete $1 < 2 = 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test).

Zaključci:

- Postoje statistički značajne razlike u dinamici laktata između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete u juniorskom uzrastu.
- Kod hrvača višeg razreda kvalitete juniorskog uzrasta bilježimo statistički značajno više razine laktata od trećeg do petog mjerenja (od druge runde do kraja oporavka od 5 minuta).
- Hrvače višeg razreda kvalitete juniorskog uzrasta karakterizira mogućnost da značajno podižu razinu laktata u krvi u drugoj rundi.

Glukoza

Da bi se utvrdile razlike u kretanjima razine glukoze u krvi između hrvača višeg i nižeg razreda kvalitete za uzrast juniora korištena je univarijatna analiza varijance s ponovljenim za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test).

Rezultati univarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (Fisherov LSD test) nam govore da između hrvača višeg razreda kvalitete i hrvača nižeg razreda kvalitete postoji

statistički značajna razlika u razini izmjerene glukoze u posljednjem mjerenju za uzrast juniorski uzrast. Usporedimo li trendove primjetno je da je kod hrvača višeg razreda trend $1=2<3<4<5$ (Fisher LSD test) a kod hrvača nižeg razreda kvalitete $1=2<3=4=5$ (Fisher LSD test).

Zaključci:

- Na temelju ovih podataka možemo izvesti zaključak da postoje značajne razlike između hrvača nižeg i višeg razreda kvalitete u dinamici glukoze u juniorskom uzrastu.
- Postoji obrazac kretanja razine glukoze u krvi kod hrvača višeg razreda kvalitete a karakterizira ga niži rast u ranim fazama borbe, te sve veći rast sukladno svakom idućem mjerenju. Postoji obrazac kretanja razine glukoze u krvi kod hrvača nižeg razreda kvalitete a karakterizira ga rani rast te opadanje trenda rasta.
- Dinamika glukoze može biti mjerni instrument za procjenu anaerobnih energetske potencijala u hrvanju.

Na temelju ovih rezultata možemo djelomično prihvatiti hipotezu **H6** – Postoje statistički značajne razlike između dinamike glukoze i dinamike laktata u hrvačkoj borbi s obzirom na kvalitetu hrvača u juniorskom uzrastu.

7. Dodatak: zaključci usporedbe kadetskog i juniorskog uzrasta

Temeljem dobivenih rezultata u hrvачkoj borbi za uzrast kadeta i juniora moguće je zaključiti sljedeće:

7.1. S obzirom na povezanost dinamike glukoze i dinamike laktata

- Postoji statistički značajna korelacija između laktata i glukoze nakon borbe i nakon oporavka.
- Korelacije dobivene kod ovih dvaju uzrasta imaju iste trendove
- Borba u hrvanju uzrokuje poremećaj tjelesnih metabolita koji se stabiliziraju krajem treće runde.

7.2. S obzirom na dinamiku laktata kod hrvača različitih težinskih kategorija

- Nema statistički značajnih razlika u razini izmjerenih laktata niti u jednom mjerenju kod kadetskog uzrasta i kod uzrasta juniora između hrvača lakih i teških težinskih kategorija.
- Dinamika laktata je ista kod svih uzrasnih i težinskih kategorija: $1 < 2 < 3 = 4 > 5$ (Fisher LSD test).
- Dinamika laktata kod svih uzrasnih i težinskih kategorija se ponaša po obrascu laktatne krivulje kvalitetnih hrvača.

7.3. S obzirom na dinamiku glukoze kod hrvača različitih težinskih kategorija

- Od deset mjerenja u devet nema razlika između lakih i teških hrvača a jedina razlika posljedica je slučajne razlike u kvaliteti među grupama.
- Dinamika glukoze je gotovo identična kod svih težinskih skupina i ponaša se karakteristično za hrvače višeg razreda kvalitete.
- Dinamika glukoze je osjetljivija od dinamike laktata jer su se pomoću nje utvrdile male razlike između skupina koje su posljedica razlika u kvaliteti

7.4. S obzirom na dinamiku laktata kod hrvača različitih razreda kvalitete

- Postoje značajne razlike između hrvača različitog razreda kvalitete u dinamici laktata.
- Moguće je utvrditi laktatnu krivulju karakterističnu za kvalitetne hrvače obiju analiziranih uzrasta
- Hrvači višeg razreda kvalitete u kasnijim fazama borbe mogu proizvesti više rada anaerobnim putem i dobro podneti stanje visoke kiselosti.
- Razina laktata kod hrvača nakon pet minuta značajno opada bez obzira na kvalitetu.

7.5. S obzirom na dinamiku glukoze kod hrvača različitih razreda kvalitete

- Postoje značajne razlike između hrvača različitog razreda kvalitete u dinamici glukoze.
- Moguće je utvrditi krivulju glukoze karakterističnu za kvalitetne hrvače obiju analiziranih uzrasta.
- Moguće je utvrditi krivulju glukoze karakterističnu za hrvače nižeg razreda kvalitete obiju analiziranih uzrasta.
- Porast razine glukoze je znatno viši kod hrvača višeg razreda kvalitete ali započinje kasnije.
- Porast razine glukoze je znatno niži kod hrvača nižeg razreda kvalitete ali ima značajan rast u ranim fazama borbe.
- Razina glukoze u krvi može biti dobar pokazatelj treniranosti hrvača odnosno njihovih anaerobnih energetske potencijala.

11. LITERATURA

1. Akerstrom T. C. A., Fischer C. P., Plomgaard P., Thomsen C., Van Hall G., Pedersen B. K. (2009), Glucose ingestion during endurance training does not alter adaptation, *J Appl Physiol* 106: 1771–1779.
2. Amtmann, J.A. Amtmann, K.A. Spath, W.K. (2008) Lactate and Rate of Perceived Exertion Responses of Athletes Training for and Competing in a Mixed Martial Arts Event, *Journal of strength and conditioning research*. vol 22; numb 2, 645-647
3. Arkinstall M. J., Bruce C. R., Clark S. A. , Rickards C. A., Burke L. M., Hawley J. A. (2004), Regulation of fuel metabolism by preexercise muscle glycogen content and exercise intensity, *Journal of Applied Physiology* 97(6), 2275-2283
4. Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha AH Jr. (2007) Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 17(2):206-217.
5. Artioli, G.G., Coelho, D.F., Benatti, B.F., Gailey, A.C.W., Berbel, P., Adolpho, B.T., Lancha Jr, H.A. (2005). Relationship Between Blood Lactate and Performance in a Specific Judo Test, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(5): S99.
6. Ahlborg, G., Hagenfeldt, L., Wahren, J.(1975), Substrate utilization by the inactive leg during one-leg or arm exercise. *J. Appl. Physiol.*, 39: 718-723, 1975

7. Baldari C, Bonavolonta V, Emerenzijani GP, Galltta MC, Silva A J, Guldetti L. (2009.) Accuracy, reliability, linearity of Acutrend and Lactate pro versus EBIO plus analyzer. *Eur J Appl Physiol*; 105-11.
8. Bangsbo J., Aagaard T., Olsen M., Kiens B., Turcotte L. P., Richter E. A. Lactate and H⁺ uptake in inactive muscles during intense exercise in man. *Journal of Physiology* (1995), 488.1, pp.219-229
9. Bangsbo, J., Gollnick, P. D., Graham, T. E., Juel, C., Kiens, B., Mizuno, M. & Saltin, B. (1990). Anaerobic energy production and O₂ deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. *Journal of Physiology* 422, 539-559.
10. Beneke R., Hütler M., Jung M., Leithäuser R. M., (2005), Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents, and adults, *Journal of Applied Physiology* 99(2) 499-504
11. Blomstrand E., Saltin B., (1999), Effect of muscle glycogen on glucose, lactate and amino acid metabolism during exercise and recovery in human subjects, *Journal of Physiology*, 514.1, pp. 293—302
12. Bourdon P. (2000). Blood lactate transition thresholds: concept and controversies, *Physiological tests for elite athletes, Human kinetics.* - chapter 4. 50 – 51.

13. Bridge CA, Jones MA, Drust B. (2009) Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *Int J Sports Physiol Perform.* 4(4):485-93.
14. Callan S D, Brunner D M, Devolve K L, Mulligan S E, Hesson J, Wilber R L, Kearney J T. (2000) Physiological Profiles of Elite Freestyle Wrestlers, *Journal of Strength & Conditioning Research* 14(2), 162-169
15. Carroll S. T. (1988), Wrestling in Ancient Nubia, *Journal of Sport History*, Vol. 15, No. 2
16. Cinar G, Tamer K. (1994) Lactate profiles of wrestlers who participated in 32nd European Free-Style Wrestling Championship in 1989. *J Sports Med Phys Fitness.* 34(2):156-60
17. Cipriano, N. (1993) Technical-tactical analysis of free-style wrestling. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(30).
18. Coggan AR, Abduljalil AM, Swanson SC, Earle MS, Farris JW, Mendenhall LA, and Robitaille PM. (1993), Muscle metabolism during exercise in young and older untrained and endurance-trained men. *J Appl Physiol* 75: 2125–2133, 1993.
19. Crisafulli A, Vitelli S, Cappai I, Milia R, Tocco F, Melis F, Concu A. (2009), Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 34(2): 143–150

20. Curby D.G. (2004.) Age as a factor in wrestling success
<http://www.curbywrestling.com/pdf/AgesofOlympicWrestlingChampions.pdf>
21. Da Lima V. E., Tortoza, C., Laureano da Rosa, L.CF., Lopes-Martines, R.A.B. (2004). Study of the correlation between the velocity of motor reaction and blood lactate in different times of combat in judo, *Revista Brasileira o da Medicina do Esporte* 10(5): 344-348
22. Deuster P. A., Chrousos G.P., Luger A., DeBolt J.E., Bernier L.L., Trostmann U.H., Kyle S.B., Montgomery L.C., Loriaux D.L. (1989) Hormonal and metabolic responses of untrained, moderately trained, and highly trained men to three exercise intensities, *Metabolism*;38(2):141-8
23. Doria C, Veicsteinas A, E. Limonta, Maggioni M A, Aschieri P, Eusebi F, Fanò G, Pietrangelo T, (2009) Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes *European Journal of Applied Physiology*, 107, 603-610.
24. Daussin F. N., Zoll J, Ponsot E., Dufour S. P., Doutreleau S., Lonsdorfer E., Ventura-Clapier R., Mettauer B, Piquard F., Geny B., Richard R., (2008) Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle, *Journal of Applied Physiology*, 104(5) 1436-1441
25. Edge, J., Bishop, D., Goodman, C. and Dawson, B, (2005) Effects of High- and Moderate-Intensity Training on Metabolism and Repeated Sprints. *Medicine Science Sports and Exercise* 37,1975-1982.

26. Edge, J., Bishop, D., Dawson, B. and Goodman, C, (2006) The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 97-105.
27. Evertsen, F., Medbo, J.I. and Bonen, A, (2001) Effect of training intensity on muscle lactate transporters and lactate threshold of cross- country skiers. *Acta Physiologica Scandinavica*, 173,195-205.
28. Forsyth J.J., Farrally M.R., (2000), A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise, *Br J Sports Med.* 34(1):35-38.
29. Freund, H., Lonsdorfer, J., Oyono-Enguelle, S., Lonsdorfer, A. and Bogui, P, (1992) Lactate exchange and removal abilities in sickle cell patients and in untrained and trained healthy humans. *Journal of Applied Physiology*, 73, 2580-2587.
30. Friedlander, A. L., G. A. Casazza, M. A. Horning, M. J. Huie, G. A. Brooks. (1997) Training-induced alterations of glucose flux in men. *J. Appl. Physiol.* 82(4):1360–1369.
31. Gharbi , K.Chamari , A. Kallel , S. Ahmaidi , Z. Tabka, Z Abdelkarim, (2008) Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 279-285.
32. Gladden L.B. (2008) 200th anniversary of lactate research in muscle. *Exer Sport Sci Rew*, 3:109-15.

33. Gollnick, P. D., Pernow, B., Essen, B., Jansson, E. & Saltin, B. (1981) Availability of glycogen and plasma FFA for substrate utilization in leg muscle of man during exercise. *Clinical Physiology*, 1, 27—42.
34. Gollnick P.D., Bayly W.M., Hodgson D.R., (1986) Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Med Sci Sports Exerc* 18(3):334-4.
35. Gollnick, P.D., Piehl, K., Saubert, C.W., Armstrong, R.B. & Saltin, B. (1972) Diet, exercise, and muscle glycogen. *Journal of Applied Physiology* 33, 421—425.
36. Greenberg C. C., Jurczak M. J., Danos A. M., Brady M. J., (2006), Glycogen branches out: new perspectives on the role of glycogen metabolism in the integration of metabolic pathways, *AJP – Endo* 291(1), 1-8.
37. Hargreaves, M., McConell, G. & Proietto, J. (1995) Influence of muscle glycogen on glycogenolysis and glucose uptake during exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 78, 288—292.
38. Hawley J.A., Burke L.M., Phillips S.M., Spriet L. L., (2011), Nutritional modulation of training-induced skeletal muscle adaptations, *Journal of Applied Physiology*, 110 (3) 834-845
39. Horswill, C.A., Scott, J.R. and Galea, P. (1989) Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. *International Journal of Sports Medicine*, 10, 165-168.

40. Horton T.J., Grunwald G.K., Lavelly J, and W. Donahoo T. (2006), Glucose kinetics differ between women and men, during and after exercise, *J Appl Physiol*, 100:1883-1894,
41. Houston, M. E., D. A. Marrin, H. J. Green, and J. A. Thomson. (1981) The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. *Physician Sportsmed.* 9: 73-78.
42. Houston M.E, Sharratt MT, Bruce RW. (1983). Glycogen depletion and lactate responses in freestyle wrestling. *Can J Appl Sport Sci.* 8(2):79-82.
43. Häkkinen, K., Alén, M., & Komi, P.V. (1984). Neuromuscular, anaerobic, and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *Eur.J Appl.Physiol*, 97-105.
44. Hubner-Wozniak E, Kosmol A, Blood lactate as an indicator of match intensity in female wrestling. Pre-olimpic kongres Atena (2004), Abstract.
45. Hübner-Woźniak E, Lutosławska G, Kosmol A , Zuziak S. (2006) The effect of training experience on arm muscle anaerobic performance in wrestlers. *Human Movemet*, 7(2):147-152.
46. Hübner-Wozniak E, Kosmol A., Lutoslawska G, (2004) Anaerobic performance of arms and legs in male and female free style wrestlers *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(4) 473-480.

47. Imamura H, Yoshimura Y, Nishimura S, Nishimura C, Sakamoto K. (2003) Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during 1,000 punches and 1,000 kicks in female collegiate karate practitioners. *Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2:111-114.
48. Jorfeldt, L. (1970) Metabolism of L(+)-lactate in human skeletal muscle during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* (Suppl.) 338, 1-167.
49. Jorfeldt L. Wahren J. (1970), Human Forearm Muscle Metabolism during Exercise: V. Quantitative Aspects of Glucose Uptake and Lactate Production during Prolonged Exercise, *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, 26, 73-81
50. Juel, C. (1988) Intracellular pH-recovery and lactate efflux in mouse soleus muscles stimulated in vitro: the involvement of sodium/proton exchange and a lactate carrier. *Acta Physiologica Scandinavica*, 132, 363-371.
51. Sahiin K., (1990) Muscle Glucose Metabolism during Exercise *Annals of Medicine*, 22(3), 185-189.
52. Simões H. G., Campbell C. S. G., Kokubun E., Denadai B.S., Baldissera V. (1999) Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests, *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 80, (1) 34-40.
53. Sotero RC, Pardono E, Landwehr R, Campbell CS, Simoes HG.(2009) Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running. *International Journal of Sports Medicine*, 30(9):643-6.

54. Stanley W. C., Gertz E. W., Wisneski J. A., Neese R. A., Morris D. L., Brooks G. A., (1986), Lactate extraction during net lactate release in legs of humans during exercise, *Journal of Applied Physiology*, 60,4; 1116-1120
55. Karninčić H., Tocilj Z., Uljević O., Erceg M., Lactate profile during greco-roman wrestling match. *J Sport Sci Med*, 2009; 8(3), 17-9.
56. Karninčić H., Baić M., Belošević D. (2010) Razlike laktatne krivulje tijekom borbe u kickboksu i hrvanju grčko-rimskim načinom, *Hrvatski športskomedicinski vijesnik*, 25, 111-116.
57. Kemppainen J., Fujimoto T., Kalliokoski K. K., Viljanen T., Nuutila P., Knuuti J. (2002), Myocardial and skeletal muscle glucose uptake during exercise in humans, *Journal of Physiology*, 542(2), 403–412
58. Kjaer M, Kiens B., Hargreaves M., Richter E. A. (1991), Influence of active muscle mass on glucose homeostasis during exercise in humans, *Journal of Applied Physiology Augustvol. 71*(2), 552-557.
59. Kraemer, W. J. (1982). The Physiological Basis for Conditioning in Wrestling. *Strength Cond. J.* 26(2): 10 – 15.
60. Kraemer W.J., Fry A.C., Rubin M.R., Triplett-McBride T, Gordon S.E., Koziris L.P., Lynch J.M., Volek JS, Meuffels D.E., Newton R.U., Fleck SJ. (2001) Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med Sci Sports Exerc.* 33(8):1367-78.

61. Kraemer, W. J., Vescovi, J. D., i Dixon, P. (2004). The Physiological Basis of Wrestling: Implications for Conditioning Programs. *Strength Cond. J.* 26(2): 10 – 15.
62. Kraviz L. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 287: 502-516.
63. Kristiansen S., Gade J., Wojtaszewski J.F.P., Kiens B., Richter E. A. (2000), Glucose uptake is increased in trained vs. untrained muscle during heavy exercise *Journal of Applied Physiology*, 89 (3), 1151-1158
64. Lehmann M, Keul J, Korsten-Reck U., (1981) The influence of graduated treadmill exercise on plasma catecholamines, aerobic and anaerobic capacity in boys and adults. *European Journal Applied Physiology Occup Physiology*; 147(3):301-11.
65. Lemon, P.W.R. (1987). Protein and exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 19, S179—190.
66. Lemon, P.W.R. & Mullin, J.P. (1980) Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *Journal of Physiology*, 48, 624—629.
67. Loupos D., Tsalis G., Papadopoulos A., Mathas G., Mougios V., (2008) Physiological and Biochemical Responses to Competitive Swimming in Cold Water, *The Open Sports Medicine Journal*, , 2, 34-37

68. Lutoslawska G., Hubner-Wozniak E., Sitkowski D., Borkowski, L. (1998) Relationship between anaerobic capacity and blood lactate following the Wingate test in elite wrestlers during an annual training cycle. *Biology of Sport*, 15, 67-74.
69. Lutoslawska G., Sitkowski D., Hubner-Wozniak E., Borkowski, L., Klausewicz A. (1994) Plasma glucose in elite wrestlers, swimmers and kayakers subjected to exhausting laboratory exercise before and after the training season. *Biology of sport*, 11:171-180.
70. Marić J., Soršak T. (1985) Uvođenje metodologije određivanja laktata u krvi kod hrvača klasičnim načinom, Fakultet za fizičku kulturu. Zagreb.
71. Marić J., Baić M., Cvetković Č. (2007) Primjena hrvanja u ostalim sportovima, Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu. Zagreb
72. Marić, J. (1985). Hrvanje klasičnim načinom. Fakultet za fizičku kulturu.
73. Matsushigue K.A., Hartmann K, Franchini E. (2009) Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *J Strength Cond Res*. 23(4):1112-7.
74. Mazzeo R.S., i Marthall P., (1989) Influence of plasma chatecolamines on the lactate threshold during graded exercise. *J. Appl. Physiol*. 68:905-911.

75. McGuire E. A., Helderman J. H., Tobin J. D., Andres R., Berman M. (1976), Effects of arterial versus venous sampling on analysis of glucose kinetics in man, *Journal of Applied Physiology*, 41(4), 565-573.
76. Miller B. F., Fattor J. A., Jacobs K. A., Horning M. A., Navazio F., Lindinger M. I., and Brooks G. A., (2002), Lactate and glucose interactions during rest and exercise in men: effect of exogenous lactate infusion, *Journal of Physiology*, 544, 963-975.
77. Nilsson, J., Csörgö, S., Gullstrand, L., Tveit, P., Egil Refsnes, P. (2002) Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman wrestling World Championship, *Journal of Sports Sciences*, 20(11): 939-945.
78. Oöpik V., Pääsuke M., Timpmann S., Medijainen L., Ereline J., Gapejeva J. (2002), Effects of creatine supplementation during recovery from rapid body mass reduction on metabolism and muscle performance capacity in well-trained wrestlers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3):330-9.
79. Petrov, R. (1977) Svobodna i klasičeska borba. Sofija: Medicina i fizkultura.
80. Palleschi G., Mascini M., Bernardi L., Zeppilli P. (1990), Lactate and glucose electrochemical biosensors for the evaluation of the aerobic and anaerobic threshold in runners, *Medical and Biological Engineering and Computing*; 28(3), 25-28,
81. Padilla S, Mujika I, Angulo F, and Goiriena J.J. (2000) Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. *J Appl Physiol*, 89: 1522–1527.

82. Pianosi P., Seargeant L. Haworth J. C. (1995), Blood lactate and pyruvate concentrations, and their ratio during exercise in healthy children: developmental perspective, *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71; 6518-6522
83. Pyne D. B., Boston T., Martin D.T., Logan A., (1999), Evaluation of the Lactate Pro blood lactate analyser, *European Journal of Applied Physiology*, 82, (1-2), 112-116
84. Rankin J.W., Ocel J.V., Craft L.L. (1996) Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 28(10):1292-9.
85. Rashid A., Tan A., Tan B., Teh K.C. (2002) Physiological responses during matches and profile of elite pencak silat exponents. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1: 147-155
86. Ratel S., Tonson A., Cozzzone P. J., Bendahan D., (2010) Do oxidative and anaerobic energy production in exercising muscle change throughout growth and maturation? *Journal of Applied Physiology*, 109(5), 1562-1564
87. Ravier G., Dugué B., Grappe F., Rouillon J.D. (2008) Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training, *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 19: 687-694.

88. Ribeiro J. L., Ogoday B., De Castro S. D., Rosa C. S., Baptista R. R., Oliveira A. R. (2006.) Heart rate and blood lactate responses to changquan and daoshu forms of modern wushu. *Journal of Sports Science and Medicine CSSI*, 1-4
89. Robergs, R. A., Ghiasvand, F., Parker, D. (2004) Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis, *American Journal of Physiology – Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 287: 502-516.
90. Rose A. J., Richter E. A., (2005), Skeletal Muscle Glucose Uptake During Exercise: How is it Regulated? *Physiology*, 20:260-270
91. Schumacher Y.O., Vogt S., Roecker K., Schmid A., Coyle E.F. (2005) Letters To The Editor, *J Appl Physiol*, 99:1630-1631.
92. Sharratt M.T., Taylor A.W., Song T.M. (1986) A physiological profile of elite Canadian freestyle wrestlers. *Can J Appl Sport Sci.* 11(2):100-5.
93. Sterkowicz S, Rukasz W, Analysis of the Training of workload plan for judo competitors. (1997) Cracow Academy of Physical Education.
94. Timpmann S., Ööpik V., Pääsuke M., Medijainen L., Ereline J. (2008) Acute effects of self-selected regimen of rapid body mass loss in combat sports athletes, *Journal of Sports Science and Medicine*, 7; 210-217.
95. Thompson L.V. (1994) Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther*, 74: 71–79.

96. Terbizan D.J., Seljevold P.J. (1996) Physiological profile of age-group wrestlers. *Sports Med Phys Fitness*. 36(3):178-85.
97. Tünneman H. (1995) International wrestling results. International wrestling performance tendencies in the preolympic year generated from FILA database, Elaborated by Hartmut Sander (IAT – Leipzig).
98. Utter, C.A., O'bryant, S.H., Haff, G.G., Trone, A.G. (2002) Physiological Profile of an Elite Freestyle Wrestler Preparing for Competition, *Journal of Strength and Conditioning Research* 16(2): 308-315.
99. Van Hall G., Jensen-Urstad M., Rosdahl H., Holmberg H.-C., Saltin B., (2003), Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise, *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 284:193-205,
100. Van Hall, G. (1996) Amino acids, ammonia and exercise in man. PhD Thesis, University of Limburg, Maastricht, The Netherlands.
101. Vardar S.A., S. Tezel, L.Öztürk, O. Kaya (2008) The relationship between body composition and anaerobic performance of elite young wrestlers, *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 34-38.
102. Vigas M, Celko J, Juránková E, Jezová D, Kvetnanský R. (1998), Plasma catecholamines and renin activity in wrestlers following vigorous swimming. *Physiol Res*.47(3):191-5.

103. Vujkov S., Obadov S., Trivić T., Vujkov N. (2009) Differences in physical fitness in kumite and kata performance between female karate athletes. International Scientific "Conference Exercise and quality of life", Novi Sad, Serbia, (str 347).
104. Webster, S., Rutt R., Weltman A. (1990.) Physiological effects of weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22(2):229–234.
105. Weltman A. Wood C.M., Womack C.J., Davis S.E., Blumer J.L., Alvarez J., Sauer K., Gaesser G.A. (1994) Catecholamine and blood lactate responses to incremental rowing and running exercise. *J. Appl. Physiol.* 76:1144-1149.
106. Wilmore J.H., and Costill D.L. (2005) Physiology of Sport and Exercise: 3rd Edition. Champaign, IL: Human Kinetics
107. Yoon (2002), Physiological Profiles of Elite Senior Wrestlers, *Sports Medicine*, 32, 225-233